ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1946.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE CAULLERY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Alexandre Ostrowski**, professeur à l'Université de Bâle, qui assiste à la séance.

CHIMIE MINÉRALE. — *Élaboration du zinc à partir d'un minerai quelconque et de carbure de calcium.* Note (¹) de M. **Louis Hackspill** et de Mlle **Marie-Louise Jungfleisch**.

L'un de nous (²) a montré que les métaux volatils peuvent être déplacés de leurs composés binaires en chauffant ces derniers dans le vide, avec du calcium métallique. Il a montré également, en collaboration avec E. Botolfsen (³) et avec Ch. Staehling, que le carbure de calcium, facilement dissociable, se comporte le plus souvent comme le métal alcalino-terreux libre.

Le zinc bout à 907° sous la pression atmosphérique et distille avec facilité dans le vide à partir de sa température de fusion 419°. C'est du reste le seul métal usuel qui soit habituellement préparé par réduction et distillation.

Les minerais sont de deux sortes : les blendes qui renferment du sulfure SZn et les calamines, oxyde, carbonate ou silicate de zinc. La métallurgie thermique, encore très souvent appliquée, consiste à préparer l'oxyde par grillage ou calcination et à réduire ce dernier par le carbone ou l'oxyde de carbone.

Cette réduction est fortement endothermique et nécessite une grande dépense de combustible.

Bodenstein et Schubhart (⁴) ont montré qu'il s'agit d'un équilibre et ont même mesuré, en 1917, les tensions fixes correspondant à certaines températures. Dans la pratique il est nécessaire de chauffer très haut, et l'on atteint

---

(¹) Séance du 17 juillet 1946.

(²) Hackspill et Staehling, *Bull. Soc. Chim.*, 15, iv, 1914, p. 532.

(³) *Bull. Soc. Chim.*, 21, iv, 1922, p. 845.

(⁴) *Z. ang. Chem.*, 2, 1917, p. 359.

souvent 1400 ou 1500°. Les pertes de métal pour l'ensemble des opérations de grillage et de réduction peuvent parfois dépasser 20 %. La réduction par le carbure de calcium est beaucoup plus facile, elle peut être obtenue directement à partir de la blende. La réaction est alors la suivante :

$$SZn + C_2Ca \rightarrow Zn + SCa + 2\,C + 55\text{ cal.}$$

elle est fortement exothermique et commence entre 700 et 800°, dans le vide ou dans une atmosphère d'hydrogène.

A cette température le fer et la fonte ne sont pas attaqués, ce qui simplifie considérablement la construction des appareils.

De nombreux essais ont été effectués au laboratoire; ils ont porté sur 2^g de zinc chaque fois.

L'action de divers catalyseurs ou fondants a été étudiée. Le chlorure de sodium est celui qui donne les meilleurs résultats, il présente en outre l'avantage de rendre le sulfure résiduaire soluble dans l'eau.

Les expériences résumées ci-dessous ont été effectuées sur des quantités de minerai correspondant à 2^g de métal.

Minerai.	% Zn.	Fondant.	Température.	Temps de chauffage (en heures).	Atmosphère.	Rendement (%).
Blende........	63,7	sans	1000°	2	vide 1^{mm}	90
»	50	»	800	2	»	55
»	50	»	1000	2	hydrogène	65
»	50	»	1000	3,30	»	75
»	50	ClNa	825	3,30	»	95
»	50	»	825	3,30	gaz éclairage	95
Silicate.......	37	»	830	3,30	»	96
Oxyde Zn......	80	sans	825	3,30	hydrogène	96

Le zinc distille plus rapidement sous vide que dans l'hydrogène. De même, la vitesse de déplacement du métal augmente avec la température. Mais l'addition de chlorure de sodium permet d'obtenir le rendement maximum à 800°, même à la pression atmosphérique.

Nous avons traité non seulement des blendes, mais des calamines contenant des silicates difficiles à réduire par le charbon et les résultats sont identiques.

Le zinc ainsi préparé sous vide, dans l'hydrogène ou le gaz d'éclairage n'est pas oxydé, il est exempt d'arsenic, fer et plomb.

En résumé, la réduction des minerais de zinc par le carbure de calcium donne directement un métal pur. Elle s'effectue à 800° dans le vide ou dans un gaz inerte avec un rendement de 95 % sans grillage préalable des blendes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence et le dosage du rubidium dans les terres arables*. Note [1] de MM. **Gabriel Bertrand** et **Didier Bertrand**.

Depuis la découverte du rubidium par Bunsen et Kirchhoff dans un résidu de lépidolithe dont on avait extrait la lithine [2] et, peu après, par Grandeau dans le salin de Betteraves [3], la présence du nouveau métal alcalin a été reconnue par les deux premiers savants dans plusieurs minéraux lithinifères et dans certaines sources dites *minérales*, et par le dernier dans cinq plantes sur neuf qu'il a examinées.

Il n'est pas surprenant, dans ces conditions, que l'on ait pensé à se servir du spectroscope pour analyser la terre arable et que l'on ait réussi à déceler dans plusieurs échantillons de celle-ci des traces de rubidium.

C'est ainsi qu'à la suite d'expériences basées sur l'examen direct des substances, et dont nous avons déjà fait mention [4], Hugh Ramage a trouvé que « le rubidium est très largement distribué dans les sols », mais il n'a fourni aucun renseignement sur l'origine de ses échantillons, leur nombre et la proportion de ceux qui ont donné un résultat positif.

Plus récemment, d'après le résumé d'un travail paru en japonais [5], Keizo Hirai et Buichiro Takagi ont examiné, au spectroscope, 28 échantillons de sols; parmi les métaux reconnus, le baryum, le lithium, le strontium, le titane et le vanadium étaient les plus fréquents; mais il y avait aussi du rubidium dans certains échantillons.

Les nombreuses déterminations que nous avons effectuées en combinant les méthodes chimique et spectrographique au sujet du rubidium [6], déterminations d'après lesquelles ce métal alcalin existe sans exception dans toutes les plantes et dans toutes les parties des plantes, apportent une première démonstration de l'existence non seulement fréquente mais générale du rubidium dans le sol et dans les eaux, milieux où les plantes puisent les éléments métalliques de leur construction.

Nous avons entrepris de compléter cette démonstration par une étude directe, à la fois qualitative et quantitative, d'un certain nombre de sols d'origines diverses.

Le rubidium, comme le potassium, doit exister dans le sol à des états très différents, plus ou moins attaquables par l'eau, l'acide carbonique et les sécrétions radicellaires; ces états sont, en conséquence, d'un intérêt plus ou

---

(1) Séance du 17 juillet 1946.

(2) *Ann. Chim. Phys.*, 3e série, 64, 1862, pp. 257-311.

(3) *Ann. Chim. Phys.*, 3e série, 67, 1863, pp. 155-236.

(4) *Nature*, **123**, 1929, pp. 601-602; **132**, 1933, p. 67.

(5) Dans le *Bull. Sci. Fakultat Terkultura*, Kijusu Imp. Univ., 7, 1937, pp. 239-244; résumé dans *Chem. Abstr.*, 31, 1937, p. 8094.

(6) *Comptes rendus*, **219**, 1944, pp. 325-327; **222**, 1946, pp. 423-426 et 572-574.

moins immédiat pour les plantes. Pour rechercher le rubidium et évaluer d'une manière déjà intéressante au point de vue de la physiologie végétale ses proportions relatives dans les échantillons de sols dont nous disposions ([7]), nous avons opéré d'après la technique suivante.

Vingt grammes de terre fine ([8]), séchée à l'étuve à 105°, ont été passés au four électrique dans une capsule de platine, à une température un peu au-dessous du rouge, pour incinérer les débris végétaux, les substances organiques du groupe de l'humus et déshydrater l'argile. Les cendres refroidies ont été additionnées peu à peu d'acide chlorhydrique en solution normale jusqu'à cessation d'effervescence; on a ajouté 20$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique concentré (décanormal) et évaporé à sec au bain-marie, en remuant de temps en temps. Sur le résidu desséché, dans lequel la silice était pour la plus grande partie devenue insoluble, on a versé 20$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique concentré, chauffé au bain-marie en remuant avec un agitateur pendant une dizaine de minutes, puis laissé déposer et décanté la partie liquide à travers un filtre en recueillant le liquide jaune et limpide dans une fiole. La partie indissoute a été extraite de la même manière, à cinq reprises différentes, en employant chaque fois 20$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique concentré. L'expérience a montré que des extractions supplémentaires enlèvent encore des métaux alcalins à la terre, mais alors en quantités si minimes que les six premières extractions représentent à très peu près les proportions qu'il est intéressant de considérer dans le travail de prospection auquel nous nous sommes livrés.

Les cent et quelques centimètres cubes de la solution acide filtrée sont évaporés à sec au bain-marie dans une capsule de platine et le résidu traité exactement comme nous l'avons décrit pour l'analyse de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique d'une cendre végétale ou animale. Finalement, les métaux alcalins étant passés en entier à l'état de chlorures, on soumet 10^{mg} du mélange salin sec à l'examen spectrographique.

Comme dans le cas des matériaux d'origine biologique, nous donnons pour les sols, dans le tableau ci-après, les quantités de potassium, de sodium et de rubidium que nous avons dosées. Les chiffres sont exprimés en milligrammes par kilogramme de terre séchée à 105°.

Ainsi nous avons trouvé des quantités dosables de rubidium dans tous les échantillons de sols que nous avons analysés, que ceux-ci proviennent de France (17 échant.), de Danemark, d'Italie, de Serbie, des rives du Nil ou du Niger.

([7]) Ces échantillons faisaient partie d'une collection du laboratoire ayant servi à d'autres recherches, telles que Gab. Bertrand et M. Mokragnatz (*Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1566); Gab. Bertrand et L. Silberstein (*ibid.*, **184**, 1927, p. 1383); **186**, 1928, p. 477); Didier Bertrand (*ibid.*, **211**, 1940, p. 406; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **9**, 1942, p. 133). De sorte que les résultats obtenus permettent de faire des comparaisons intéressantes.

([8]) Préparée à partir de terre recueillie entre la surface et 20^{cm} de profondeur.

Les proportions rencontrées sont comprises entre $0^{mg},2$ et $18^{mg},7$ par kilog. de terre fine séchée à + 105°.

Origine des sols.	K.	Na.	Rb.
Puysaye (Yonne). Sable d'une aspergeraie	350	42,5	0,20
Pantchevo, Banat (Serbie)	1395	29,5	0,70
Limon du Nil (près du Caire)	615	345	0,82
Fontainebleau (S.-et-M.). Terre de bruyère	355	49	1,32
Malvergne n° 3 (Vendée). Terre de jardin potager	956	230	1,42
Binitze Laaland (Danemark)	402	352	1,56
Versailles (S.-et-O.). Station de Recherc. agronom	680	92	1,69
Limon du Niger (pris à Ségon)	364	88	1,69
Neuville près Caen (Calvados)	488	183	1,76
Eu (Somme). Éboulis du turonien	584	145	1,82
Kebernès, près Quimper. Sur granulite	665	101	1,86
Grignon (S.-et-O.). École nat. d'Agriculture	675	108	1,98
Malvergne n° 2 (Vendée)	370	222	2,49
Beauvoisin n° 1 (Gard)	625	182	2,80
Charbuy (Yonne). Terre forte	980	124	2,99
Genolhac n° 1 (Gard). Granit désagrégé	427	36	3,60
Versailles n° 1 (S.-et-O.). Station de Recherc. agronom	1160	110	3,93
Institut Pasteur de Paris. Parcelle du jardin sans engrais depuis 25 ans	975	545	4,12
Heurteauville près Rouen (Seine-Infér.)	403	277	4,49
Malvergne n° 1 (Vendée). Verger	770	73	4,70
Grignon. École nat. d'Agriculture. Sans engrais depuis 1875.	1800	122	4,86
Aquapendente (Italie). Vallée	1290	1740	18,70

Les deux chiffres extrêmes sont plutôt exceptionnels. La proportion la plus faible provient du sol, très riche en sable d'une aspergeraie, ce qui ne peut étonner, le sable n'étant pas susceptible de fournir du rubidium, ni très capable d'en retenir venant d'une source extérieure. La proportion la plus forte, présente dans le sol de la vallée qui se trouve au bas de la ville d'Aquapendente, est au contraire extraordinairement au-dessus de toutes les autres; peut être la terre de cette région renferme-t-elle quelque minéral, analogue à la lépidolithe étudiée par Bunsen et Kirchhoff, particulièrement riche en rubidium.

En première approximation et d'après les autres échantillons analysés, les teneurs en rubidium des terres cultivées, de moyenne ou de bonne fertilité, sont comprises entre 1 et 5^{mg}/kg. Dans les mélanges complexes qui constituent les terres arables, le sable et la craie apparaissent comme des diluants du rubidium. Pour le reste, quelle que soit son origine, le rubidium accompagne approximativement le potassium, mais d'une manière qui n'est en rien proportionnelle.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats à la Chaire de Machines du Conservatoire national du Conservatoire des Arts et Métiers, pour la première ligne, M. *René Théry* obtient 22 suffrages contre 3 à M. *Robert Legendre*.

Pour la seconde ligne, M. *Robert Legendre* obtient 20 suffrages, il y a 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

En première ligne .... M. **René Théry**.
En seconde ligne .... M. **Robert Legendre**.

CORRESPONDANCE.

L'**American Institute of Mining and Metallurgical Engineers** signale que les cérémonies du *soixante-quinzième anniversaire* de sa fondation, qui devaient avoir lieu au mois de septembre, sont reportées au 17-19 mars 1947.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Constantin Popovici. *Sur les formes que doit avoir un vase pour que, plongé dans l'eau, la partie immergée soit une fonction donnée* $X_1(X)$ *de la hauteur totale* X *du vase*.

Constantin Popovici. *The Third Centenary of the Birth of Newton*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions holomorphes dans une région-bande et une généralisation du problème de Watson*. Note de MM. **Szolem Mandelbrojt** et **Gérald MacLane**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Le but de cette Note est de généraliser d'une manière essentielle quelques théorèmes établis par l'un de nous (¹) et d'appliquer les résultats obtenus à un problème généralisant celui de Watson.

Soit $g(\sigma) > 0$ une fonction définie et continue pour $\sigma \geqq a$, avec $-\infty \leqq a < \infty$, cette fonction étant à variation bornée dans (a, ∞) et telle que $\lim_{\sigma=\infty} g(\sigma) = \pi/2$. Posons $S(\sigma) = \frac{\pi}{2}\int_c^\sigma \frac{du}{g(u)}$, où $c > a$. Soit Δ_s le domaine, dans le plan de la variable $s = \sigma + it$, défini par les inégalités $\sigma > a$, $|t| < g(\sigma)$, et soit Γ la frontière de Δ_s.

(¹) *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 1157-1158.

Nous démontrons les théorèmes suivants :

THÉORÈME 1. — *Soit* $F(s)$ *une fonction non-identiquement nulle, holomorphe et bornée dans* Δ_s *et continue dans* $\Delta_s \cup \Gamma$. *Soit* $N(\sigma)$ *une fonction croissante telle que pour* σ *suffisamment grand,* $\log|F(\sigma+ig(\sigma))| \leqq -N(\sigma)$. *Dans ces conditions*

$$\int^{\infty} N(\sigma)\, e^{-S(\sigma)}\, d\sigma < \infty. \tag{1}$$

THÉORÈME 2. — *Soit* $N(\sigma)$ *une fonction croissante telle que* (1) *ait lieu. Il existe une fonction* $F(s)$ *holomorphe dans* Δ_s, *continue et ne prenant pas la valeur zéro dans* $\Delta_s \cup \Gamma$, *telle que* $\log|F[\sigma \pm ig(\sigma)]| \leqq \log M(\sigma) \leqq -N(\sigma)$ *ait lieu dans* $\Delta_s \cup \Gamma$, *où* $M(\sigma) = \max\limits_{|t| \leq g(\sigma)} |F(\sigma+it)|$, $(\sigma > a)$.

THÉORÈME 3. — *Si le domaine* Δ_s *est tel que* $g'(\sigma)$ *existe pour* $\sigma > k > a$ *et satisfait, pour* $\sigma > k$, *aux conditions*

$$|g'(\sigma)| < A, \qquad g'(\sigma+h) - g'(\sigma) > -Ah \qquad (h > 0),$$

où A *est une constante positive, et si* $F(s)$ *est une fonction non-identiquement nulle, holomorphe et bornée dans* Δ_s *et continue dans* $\Delta_s \cup \Gamma$, *alors*

$$\int^{\infty} \log|F[\sigma+ig(\sigma)]|\, e^{-S(\sigma)}\, d\sigma > -\infty.$$

THÉORÈME 4. — *Soit* $F(s)$ *une fonction holomorphe dans* Δ_s *et continue dans* $\Delta_s \cup \Gamma$. *Soit* $\{M_n\}$ $(n \geqq 1)$ *une suite de nombres positifs tels qu'on ait dans* Δ_s : $|F(s)| \leqq M_n e^{-n\sigma}$ $(n \geqq 1)$.

Si $\varliminf\limits_{n} M_n^{\frac{1}{n}} < \infty$, *ou si* $\lim\limits_{n} M_n^{\frac{1}{n}} = \infty$, *avec*

$$\sum e^{-S\left(\log \frac{M^c_{n+1}}{M^c_n}\right)} = \infty,$$

où $\{\log M^c_n\}$ *est la régularisée convexe de* $\{\log M_n\}$ (²), *alors* $F(s) \equiv 0$.

THÉORÈME 5. — *Si* $\lim\limits_{n} M_n^{\frac{1}{n}} = \infty$, *avec*

$$\sum e^{-S\left(\log \frac{M^c_{n+1}}{M^c_n}\right)} < \infty,$$

il existe une fonction $F(s)$ *holomorphe dans* Δ_s, *continue et ne prenant pas la valeur zéro dans* $\Delta_s \cup \Gamma$ *et telle que dans* Δ_s : $|F(s)| \leqq M_n e^{-n\sigma} (n \geqq 1)$.

Remarquons que si $g(\sigma) = \pi/2$ $(\sigma \geqq a)$, $a = -\infty$, $c = 0$, on obtient

$$S(\sigma) = \sigma, \qquad \sum e^{-S\left(\log \frac{M^c_{n+1}}{M^c_n}\right)} = \sum \frac{M^c_n}{M^c_{n+1}},$$

(²) Pour la définition de la régularisée convexe d'une suite voir par exemple S. MANDELBROJT, *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 577.

et nos théorèmes se réduisent aux théorèmes bien connus, les théorèmes 4, 5 devenant d'ailleurs ceux qui fournissent la solution du problème classique de Watson.

Les démonstrations de nos théorèmes s'appuient essentiellement sur les mêmes théorèmes correspondant au cas $g(\sigma) = \pi/2$ ($\sigma > -\infty$), sur les théorèmes de représentation conforme de M. L. Ahlfors [3] et sur les lemmes suivants :

LEMME 1. — *Soit* D_z *la bande dans le plan* $z = x + iy$ *définie par* $|y| < \pi/2$, *et soit* $z = z(s) = x(s) + iy(s)$ *la fonction qui représente* Δ_s *sur* D_z *de manière que l'intervalle* $a < \sigma < \infty$ *de l'axe réel du plan s corresponde à l'axe réel du plan z avec* $z(d) = 1$ ($d > a$), $z'(\sigma) > 0$. *On a* $\lim_{\sigma=\infty} [dx(\sigma)/d\sigma] = 1$.

Si $g(\sigma)$ *satisfait en plus aux conditions mentionnées dans le théorème* 3, *il existe une constante* $\delta > 0$ *telle que* $\bar{x}(\sigma_2) - \bar{x}(\sigma_1) > \delta(\sigma_2 - \sigma_1)$ $(0 < \sigma_2 - \sigma_1 < 1, \sigma_1 > k)$, *où* $\bar{x}(\sigma) = x(\sigma + ig(\sigma))$.

LEMME 2. — *Les trois intégrales* $\int^{\infty} N(\sigma) e^{-S(\sigma)} d\sigma$, $\int^{\infty} N(\bar{\sigma}(x)) e^{-x} dx$, $\int^{\infty} N(\sigma(x)) e^{-x} dx$ *convergent simultanément.*

LEMME 3. — *Si* $N_1(x)$ *est une fonction croissante pour* $x \geqq 0$, *avec* $N_1(0) = 0$, $\int^{\infty} e^{-x} dN_1(x) < \infty$, *la fonction*

$$P(z) = \int_0^{\infty} \{\log(1 - e^{-e^{-u+z}}) + u - z\} dN_1(u)$$

est holomorphe dans D_z *et satisfait, dans ce domaine, à l'inégalité*

$$\mathcal{R} P(z) < -\int_0^{x-\log 2} N_1(u) du \quad (x \geqq 1); \ \mathcal{R} P(z) < 0; \ x < 1).$$

LEMME 4. — *Soit* $\{\nu_n\}$ *une suite positive croissante avec* $\lim \nu_n = \infty$, *soit* $N(x) = 0$ *pour* $0 \leqq x \leqq \nu_1$, $N(x) = n$ *pour* $\nu_n < x \leqq \nu_{n+1}$, *et posons* $N_n = \sum_1^n \nu_i$; *on a*

$$\int_0^x N(t) dt = \max_{n \geqq 1} (nx - N_n),$$

et les deux expressions $\sum e^{-S(\nu_n)}$, $\int^{\infty} e^{-S(x)} N_1(x) dx$, *où* $N_1(x) = \int_0^x N(t) dt$ *convergent simultanément.*

---

(3) *Acta Societatis Scientiarum Fennicae*, N. S. A., 1, IX, 1930, p. 1.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les transformations conformes d'un domaine en lui-même laissant un bout premier invariant.* Note de M[lle] **Jacqueline Ferrand**, présentée par M. Denjoy.

Soit Δ un domaine simplement connexe du plan ζ. Par représentation conforme sur un cercle on pourra diviser les transformations de Δ en lui-même en trois types : elliptique, parabolique ou hyperbolique. Soient (T) celles de ces transformations qui laissent invariant au moins un bout premier α de Δ; en représentant Δ sur le demi-plan D ($x > 0$) par $z = \varphi(\zeta)$ [$\zeta = f(z)$] de manière que α corresponde à $z = \infty$, on se ramène aux homothéties $z' = az + b$ (a, b constantes réelles). Les transformations paraboliques (T_1) correspondent aux translations $z' = z + b$ ($a = 1$).

Nous appellerons *domaines d'invariance* d'une transformation (T) les domaines autres que Δ, contenus dans Δ, restant invariants dans (T); ce sont les images respectives, pour une transformation générale (T), d'un angle d'accessibilité de D ayant son sommet sur l'axe imaginaire, et, pour une transformation (T_1), d'un demi-plan $x > x_0 > 0$.

a. Nous allons montrer que dans toute transformation (T)

$$\zeta' = g(\zeta) = f[a\varphi(\zeta) + b],$$

le rapport $|g(\zeta) - \zeta_0| / |\zeta - \zeta_0|$ reste borné lorsque $\zeta \to \alpha$ dans un domaine d'invariance, quel que soit ζ_0 non intérieur à Δ.

La démonstration repose uniquement sur l'intégrale de Poisson. En posant $h(y) = \lim\limits_{x \to 0} \arg[f(x+iy) - \zeta_0] - \arg[iy]$, on a

$$\text{(I)} \quad \log\frac{|f(z_0+it) - \zeta_0|}{|f(z_0) - \zeta_0|} = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\frac{y - y_0}{x_0^2 + (y - y_0)^2} - \frac{y - t - y_0}{x_0^2 + (y - t - y_0)^2}\right] h(y)\,dy + \log\frac{|z_0 + it|}{|z_0|},$$

$$\text{(II)} \quad \log\frac{|f(kz_0) - \zeta_0|}{|f(z_0) - \zeta_0|} = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\left[\frac{y - y_0}{x_0^2 + (y - y_0)^2} - \frac{y - ky_0}{x_0^2 + (y - ky_0)^2}\right] h(y)\,dy + \log k,$$

$|h(y)|$ est borné. Dans chacune des intégrales la quantité entre [ ] est la dérivée d'une fonction dont la variation totale est de l'ordre de t/x_0 pour la première, de $(|y_0|/x_0) +$ const. pour la deuxième. La propriété énoncée en découle immédiatement.

b. Ceci permet de montrer que dans une transformation parabolique, le rapport $[(g(\zeta) - \zeta_0)/\zeta - \zeta_0] \to 1$ lorsque $\zeta \to \alpha$ de sorte que $x = \mathcal{R}\varphi(\zeta) \to \infty$. *Toute transformation* (T_1) *a ainsi une dérivée angulaire égale à l'unité.*

c. Prenons pour ζ_0 un point principal de α. Soit ζ_n une suite convergeant vers ζ_0, telle que $z_n = \varphi(\zeta_n)$ converge angulairement vers $z = \infty$. On déduit de (*a*) que la suite $\zeta'_n = g(\zeta_n)$ converge vers ζ_0. Donc *les points principaux de α restent en quelque sorte invariants dans toute transformation* (T).

Si la représentation de Δ sur D est semi-conforme en α (conditions géométriques de M. Ostrowski) on sait que $[f(az+b)-\zeta_0]/[f(z)-\zeta_0] \to a$ lorsque $z \to \infty$ angulairement, en prenant pour ζ_0 le point accessible de α. Donc le rapport $[g(\zeta)-\zeta_0]/(\zeta-\zeta_0)$ a une limite lorsque $\zeta \to \zeta_0$ dans un domaine d'invariance. Réciproquement, si ce rapport a une limite pour toute transformation (T), la représentation de Δ sur D est semi-conforme. Mais l'existence d'une transformation pour laquelle cette limite existe ne suffit pas à assurer la semi-conformité.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur le mouvement de certains systèmes articulés de corps rigides pesants.* Note de M. **D. Mangeron**, présentée par M. Jean Chazy.

1. Nous nous proposons ici d'établir le schéma mathématique du mouvement d'un système articulé de corps rigides pesants généralisant le problème de la cloche et son battant (¹).

2. Soient C_1, C_2, C_3, ..., C_n n corps rigides pesants suspendus l'un à l'autre par des axes parallèles entre eux que nous supposerons horizontaux, O_1z_1, O_2z_2, O_3z_3, ..., $O_{n-1}z_{n-1}$, de manière que l'axe O_iz_i soit lié invariablement au corps C_i et constitue en même temps l'axe de suspension pour le corps C_{i+1}. Le corps C_1 est lui aussi suspendu par un axe horizontal O_0z_0 parallèle aux axes $O_iz_i (i=1, 2, 3, \ldots, n-1)$ et lié rigidement au monde extérieur.

Soient de même $O_0x_0y_0z_0$ et $O_ix_iy_iz_i$ n systèmes d'axes de coordonnées rectangulaires congruents entre eux, O_0x_0 et O_ix_i étant des verticales descendantes. Supposons que tous les points O_0, O_1, O_2, ..., O_{n-1} et que les centres de gravité G_1, G_2, G_3, ..., G_n des corps considérés se trouvent dans un même plan vertical $x_0O_0y_0$ coïncidant d'ailleurs avec les plans $x_iO_iy_i$, et que de plus le point G_i se trouve situé sur l'axe $O_{i-1}O_i$.

Soient m_1, m_2, m_3, ..., m_n les masses des corps considérés, g la constante de gravité; notons par $a_i = |\overline{O_{i-1}O_i}|$, $l_i = |\overline{O_{i-1}G_i}|$, par θ_i l'angle de l'axe $O_{i-1}O_i$ avec la verticale descendante, par $\dot{\theta}_i$ et $\ddot{\theta}_i$ les dérivées de cet angle par rapport au temps t, et enfin par k_i le rayon de giration du corps C_i par rapport à l'axe $O_{i-1}z_{i-1}$.

Les équations du mouvement de ce système matériel, déduites soit des méthodes eulériennes dans leurs formes vectorielles, soit des méthodes lagrangiennes dans leurs formes scalaires, si l'on suppose les corps C_i symétriques

(¹) Voir par exemple J. Chazy, *Cours de Mécanique rationnelle*, II, Paris, 1933, p. 85 et suiv.; et, pour la bibliographie de ce sujet devenu classique, l'*Encyklopädie d. math. Wiss.*, IV, K. Heun, *Ansätze u. allgemeine Methoden der Systemmechanik*, Leipzig, 1914, p. 375 et suiv.

par rapport au plan vertical $x_0 O_0 y_0$, sont :

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &(l_{n-i} m_{n-i} + a_{n-i} m_{n-i+1} + a_{n-i} m_{n-i+2} + \ldots + a_{n-i} m_n) \\ &\qquad \times \left\{ \sum_{j=1}^{n-i} a_j [\ddot{\theta}_j \cos(\theta_{n-i} - \theta_j) + \dot{\theta}_j^2 \sin(\theta_{n-i} - \theta_j)] + g \sin \theta_{n-i} \right\} \\ &\quad + m_{n-i}(k_{n-i}^2 - l_{n-i} a_{n-i}) \ddot{\theta}_{n-i} \\ &\quad + a_{n-i} \sum_{k=1}^{i} (l_{n-i+k} m_{n-i+k} + a_{n-i+k} m_{n-i+k+1} + a_{n-i+k} m_{n-i+k+2} + \ldots + a_{n-i+k} m_n) \\ &\qquad \times [\ddot{\theta}_{n-i+k} \cos(\theta_{n-i} - \theta_{n-i+k}) + \dot{\theta}_{n-i+k}^2 \sin(\theta_{n-i} - \theta_{n-i+k})] = 0 \\ &\qquad\qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n-1). \end{aligned} \right.$$

3. Nous renonçons à reproduire ici certaines généralisations de ces schémas concernant le choix des axes $O_i z_i$ de directions arbitraires dans l'espace ou la considération de systèmes articulés plus compliqués, en nous bornant à souligner l'intérêt que présente du point de vue mécanique, technique et même analytique et algébrique le système d'équations différentielles linéaires dit des petites oscillations, $(\theta_i \ll 1)$, que constitue la première approximation du système (1)

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} &(l_{n-i} m_{n-i} + a_{n-i} m_{n-i+1} + a_{n-i} m_{n-i+2} + \ldots + a_{n-i} m_n) \\ &\quad \times \left[\sum_{j=1}^{n-i} (a_j \ddot{\theta}_j + g \theta_{n-i}) \right] + m_{n-i}(k_{n-i}^2 - l_{n-i} a_{n-i}) \ddot{\theta}_{n-i} \\ &+ a_{n-i} \sum_{k=1}^{i} (l_{n-i+k} m_{n-i+k} + a_{n-i+k} m_{n-i+k+1} + a_{n-i+k} m_{n-i+k+2} + \ldots + a_{n-i} m_n) \ddot{\theta}_{n-i+k} = 0 \\ &\qquad\qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n-1). \end{aligned} \right.$$

4. Nous nous proposons de développer dans un autre Recueil tous les développements algorithmiques concernant les systèmes (1) et (2) et d'en déduire des conséquences mécaniques du phénomène quantitatif correspondant en particulier à la considération du schéma qui se déduit du système (2) pour $n = 3$, soit

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &(a_1^2 m_2 + a_1^2 m_3 + m_1 k_1^2) \ddot{\theta}_1 + a_1 (l_2 m_2 + a_2 m_3) \ddot{\theta}_2 + a_1 l_3 m_3 \ddot{\theta}_3 + (l_1 m_1 + a_1 m_2 + a_1 m_3) g \theta_1 = 0, \\ &+ a_1 (l_2 m_2 + a_2 m_3) \ddot{\theta}_1 + (a_2^2 m_3 + m_2 k_2^2) \ddot{\theta}_2 + a_2 l_3 m_3 \ddot{\theta}_3 + (l_2 m_2 + a_2 m_3) g \theta_2 = 0, \\ &a_1 l_3 \ddot{\theta}_1 + a_2 l_3 \ddot{\theta}_2 + k_3^2 \ddot{\theta}_3 + l_3 g \theta_3 = 0. \end{aligned} \right.$$

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur les écoulements à la Poiseuille.* Note [1] de M. **Oleg Yadoff**, présentée par M. Henri Villat.

On sait [2] qu'on peut ramener à un problème ordinaire de Dirichlet dans le plan, la recherche des répartitions des vitesses des écoulements permanents à la Poiseuille; dans la section D d'une conduite horizontale, limitée par le contour fermé simple C, la vitesse $u = u(x, y)$ est égale à l'intégrale régulière de l'équation de Poisson

$$\Delta u = \frac{a}{\mu} \tag{I}$$

(où $a = P_e - P_o/e$; μ, le coefficient de viscosité du liquide) se réduisant à zéro sur le contour C. L'objet de cette Note est de déduire de cette remarque l'expression explicite de u dans le cas où C est un rectangle ou un triangle équilatéral. Nous respectons les notations de la Note précitée, sauf que nous écrivons x et y à la place de y et z.

1. *Cas du rectangle.* — Le domaine D sera défini par les inégalités $-d \leqq x \leqq d$; $-\delta \leqq y \leqq \delta$; $d > 0$; et $\delta > 0$; on pose : $u = -(a/4\mu)\,U$, en sorte que $\Delta U = -4$. Le changement de fonction inconnu $V = V - (x^2 + y^2)$ ramène le problème à la détermination de V harmonique dans D, prenant sur C les mêmes valeurs que $(x^2 + y^2)$. Les formules résolutives du problème de Dirichlet dans le cas du rectangle permettent de représenter V sous forme de développement convergent. Pour simplifier les écritures, nous supposerons que C est un carré de côté $2d$, et nous nous bornerons à construire la courbe T d'équation $V = V(x, 0)$, que les récentes mesures (encore inédites) de M. Ch. Camichel permettent, par ailleurs, de construire point par point. Les équations paramétriques de T s'écrivent

$$V(x, 0) = \frac{d^2}{\pi b^2}\left[\pi b^2 + 0{,}483 + 2\sum_{1}^{\infty}(-1)^n \frac{\xi^{4n}}{n} I_n\right]; \tag{II}$$

$$x = \frac{d}{b} f(\xi) \qquad \text{avec } f(\xi) = \int_0^{\xi} \frac{d\xi}{\sqrt{1 + \xi^4}} \qquad \text{et} \qquad b = f(1) = 0{,}929,$$

où ξ est le paramètre réel variant de -1 à $+1$ et où nous avons posé

$$I_n = \sum_{p=0}^{p=n-1} U_n(p) \qquad \text{avec } U_n(p) = \frac{1}{2(n-p)-1}\,\frac{(4n-3)\ldots[4(n-p)+1]}{(4n-1)\ldots[4(n-p)-1]}.$$

On remarquera que la série (II) est très rapidement convergente *dès que* $|\xi|$

---

[1] Séance du 17 juillet 1946.

[2] Voir notamment J. Kravtchenko, *Comptes rendus*, 220, 1945, pp. 647-648.

n'est pas voisin de 1. *Si l'on se borne à deux décimales exactes* (degré de précision atteint par les mesures de M. Camichel), on peut négliger dans (II) les termes en ξ^{4n}, $n > 1$ dès que $|\xi| \leq 0,700$. Voici une table des valeurs de $f(\xi)$ avec trois décimales exactes :

$f(0) = 0$; $f(0,1) = 0,1$; $f(0,2) = 0,2$; $f(0,3) = 0,3$;
$f(0,4) = 0,4$; $f(0,5) = 0,5$; $f(0,6) = 0,592$; $f(0,7) = 0,685$;
$f(0,8) = 0,773$; $f(0,9) = 0,857$; $f(1) = 0,929$.

D'autre données numériques feront l'objet d'une publication ultérieure.

J. Boussinesq ([3]) avait déjà écrit l'équation $\Delta v = a/\mu$, sans songer à utiliser la réduction du problème aux limites ainsi obtenues à celui de Dirichlet. Aussi, les développements en série obtenus par Boussinesq pour représenter u se prêtent mal aux applications numériques.

2. *Cas du triangle.* — Le résultat précédent montre le degré de complication des formules résolutives dans les cas les plus simples. Il y a donc intérêt à chercher les polygones C auxquels correspondent des répartitions v s'exprimant sous forme de polynomes en x et y, d'un calcul moins pénible. Malheureusement ici les résultats sont surtout négatifs. Le cas du triangle équilatéral mis à part, u ne se présente pas sous la forme de polynome de degré égal au nombre n des côtés de C si $n = 3$, $n = 4$, $n = 5$. Si C est un triangle équilatéral de côté $2d$ on trouve

$$U = -\frac{1}{4\sqrt{3}}\frac{a}{d\mu}y[(y - \sqrt{3}d)^2 - 3x^2],$$

à supposer que les côtés de C aient pour équations $y = 0$, $x\sqrt{3} + y - d\sqrt{3} = 0$, $x\sqrt{3} - y + d\sqrt{3} = 0$. Il en résulte qu'en chaque point M de D, u est proportionnel au produit des distances de M aux côtés de C.

Le débit correspondant du liquide à travers D prend alors la forme

$$-\frac{a\sqrt{3}\,d^4}{20\mu}.$$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur deux cas particuliers du problème des trois corps.* Note ([1]) de M. **David Belorizky**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Il y a très peu de cas où l'intégration du problème des trois corps peut être effectuée complètement, même avec des hypothèses simplificatrices. Nous envi-

---

([3]) *Journ. Math.*, 2e série, 13, 1868, pp. 389-394; voir aussi Th. Pöschl (*Zeits, J. a Math. und Physik.*, I, 1921, p. 312), où le cas du triangle est aussi abordé.

([1]) Séance du 24 juin 1946.

sageons ici deux cas particuliers au voisinage des positions de stabilité et ne se réduisant pas au cas trivial des petites oscillations.

1. Soient deux corps de masse m décrivant des paraboles autour de leur centre de gravité, pris comme origine. Soit ox le grand axe commun. Si p est le paramètre, on aura les intégrales (f, constante de gravitation $= 1$)

$$r = \frac{p}{2}\left(1 + \operatorname{tang}^2 \frac{\varpi}{2}\right), \qquad t - t_0 = a\left(\operatorname{tang}\frac{\varpi}{2} + \frac{1}{3}\operatorname{tang}^3\frac{\varpi}{2}\right),$$

où r est le rayon vecteur, ϖ l'anomalie vraie et $a = p^{\frac{3}{2}} m^{-\frac{1}{2}}$.

A l'instant $t_1 > t_0$, que nous préciserons plus loin, on place un corps M de masse négligeable sur oz, la vitesse initiale étant dirigée suivant cet axe. Par raison de symétrie M restera toujours sur cet axe et l'on aura

$$(1) \qquad \frac{d^2 z}{dt^2} = -2mz(r^2 + z^2)^{-\frac{3}{2}}.$$

Supposons que z/r soit une quantité très petite, dont on peut négliger le cube, alors (1) s'écrira

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = -\frac{2mz}{r^3}.$$

En posant $\operatorname{tang}(\varpi/2) = u$ et en prenant, au lieu de t, u comme nouvelle variable, on aura

$$(2) \qquad \frac{d^2 z}{du^2}(1 + u^2) - 2u\frac{dz}{du} + 16z = 0.$$

Par la théorie de Fuchs, on trouve pour $u \geqq 1$,

$$z = c_1 u^{-2\alpha} F\left(\alpha, \alpha + \frac{1}{2}; 2\alpha + \frac{5}{2}; -\frac{1}{u^2}\right) + c_2 u^{-2\beta} F\left(\beta, \beta + \frac{1}{2}; 2\beta + \frac{5}{2}; -\frac{1}{u^2}\right).$$

F étant la série hypergéométrique,

$$\alpha = -\frac{3}{4} + \frac{\sqrt{55}\,i}{4}, \qquad \beta = -\frac{3}{4} - \frac{\sqrt{55}\,i}{4} \qquad (i = \sqrt{-1}),$$

c_1 et c_2 des constantes arbitraires.

Cette intégrale, après réductions, se présente sous la forme

$$(3) \qquad z = c'_1 u^{\frac{3}{2}} \left\{ \cos\left(\frac{\sqrt{55}}{2}\log u - c'_2\right)\left[1 + \frac{a_1}{u^2} + \ldots + \frac{a_n}{u^{2n}} + \ldots\right] + \sin\left(\frac{\sqrt{55}}{2}\log u - c'_2\right)\left[\frac{b_1}{u^2} + \ldots + \frac{b_n}{u^{2n}} + \ldots\right] \right\},$$

où

$$a_n + b_n i = (-1)^n \frac{\alpha(\alpha+1)\ldots(\alpha+n-1)}{n!} \frac{\left(\alpha+\frac{1}{2}\right)\left(\alpha+\frac{3}{2}\right)\ldots\left(\alpha+n-\frac{1}{2}\right)}{\left(2\alpha+\frac{5}{2}\right)\left(2\alpha+\frac{7}{2}\right)\ldots\left(2\alpha+n+\frac{3}{2}\right)},$$

a_n et b_n étant réels.

Cette solution est valable tant que $|z/r| < \delta$, δ étant une petite quantité et δ^3 étant négligeable. Soit N la borne supérieure de la grande parenthèse de (3) pour $u \geqq u_1 \geqq 1$ [ainsi $t_1 \geqq t_0 + (4/3)a$], on a alors $z/r < 2c'_1 \mathrm{N}/pu^{1/2}$. Si l'on prend $c'_1 < p\delta/2\mathrm{N}$, on aura toujours, pour $u \geqq u_1$, $z/r < \delta u^{-1/2}$. Quand $u \to \infty$, $z/r \to 0$. Dans ces conditions (3) est légitime.

Pour $u \to \infty$, $t \to \infty$ et l'intégrale (3) tend vers

$$z = c_1 t^{\frac{1}{2}} \cos\left(\frac{\sqrt{55}}{6} \log t - c_2\right).$$

Le corps M tend à osciller avec une amplitude de plus en plus grande.

2. Si, au lieu des deux paraboles, on prend deux hyperboles, on ne peut donner l'expression du terme général de l'intégrale, ni le domaine exact de convergence. L'intégration ne peut être effectuée complètement. Pour $t \to \infty$, z/r tend vers une limite finie, d'ailleurs arbitraire.

3. Considérons maintenant un cas plus simple. Deux corps de masse m se meuvent suivant une ligne droite que nous prendrons pour axe Ox, le mouvement étant parabolique. Le mouvement des deux corps par rapport au centre de gravité est donné par $r = at^{2/3}$, $a = (9m/8)^{1/3}$ et r étant la distance.

A l'instant $t_1 > 0$, on place un corps de masse négligeable au voisinage de O, dans le plan zy, la vitesse initiale étant contenue dans ce plan. En supposant, comme précédemment, que z/r et y/r sont de petites quantités, dont on néglige les troisièmes puissances, on a comme équations du mouvement

$$t^2 \frac{d^2 y}{dt^2} = -\frac{2m}{a^3} y; \qquad t^2 \frac{d^2 z}{dt^2} = -\frac{2m}{a^3} z.$$

L'intégrale générale de ces équations est

$$y = c_1 t^{\frac{1}{2}} \cos\left(\frac{\sqrt{55}}{6} \log t + b_1\right), \qquad z = c_2 t^{\frac{1}{2}} \cos\left(\frac{\sqrt{55}}{6} \log t + b_2\right).$$

c_1, c_2, b_1, b_2 étant des constantes arbitraires.

Sous certaines conditions la trajectoire est une spirale logarithmique

$$\rho = c' e^{\frac{\varphi - \varphi_0}{g}}.$$

4. Si le mouvement des deux corps est hyperbolique, l'intégration ne peut être effectuée jusqu'au bout, de même que dans le cas des deux hyperboles du paragraphe 2.

ASTROPHYSIQUE. — *Le spectre continu de Nova T Coronæ Borealis en* 1946. Note [1] de Mlle **Marie Bloch**, MM. **Charles Fehrenbach** et **Tcheng Mao-Lin**, présentée par M. Jean Cabannes.

Les spectrogrammes obtenus à l'Observatoire de Haute Provence permettent de déterminer approximativement la température de couleur de Nova T Coronæ Borealis. Toutes nos plaques comportent en effet un étalonnage photométrique et, sur chacune d'elles, nous avons photographié, à côté du spectre de la Nova, celui de α ou γ Coronæ Borealis, ou encore celui d'un écran fluorescent de Servigne (éclairé par une lampe à vapeur de mercure) dont la courbe de distribution spectrale a été comparée à celles des deux dernières étoiles.

Les mesures ont actuellement été faites sur les clichés pris peu après le maximum de la Nova. Le spectre continu a été tracé en essayant de faire abstraction des raies d'émission et d'absorption. La présence de ces raies et l'emploi d'un spectrographe à fente entraînent forcément une certaine imprécision dans la détermination de la température.

Les spectres pris avec le spectrographe à un prisme de flint monté sur le télescope de 120^{cm} d'ouverture ont été mesurés entre 4000 et 6500 Å. Dans cette région, la répartition spectrale du fond continu peut assez bien être représentée par celle d'un corps noir dont nous avons déterminé la température. Les réductions ont été faites suivant la méthode classique [2].

On nomme gradient φ d'un corps noir à la température T l'expression

$$\varphi = \frac{C_2}{T} \log e.$$

Nous avons déterminé directement les différences de gradient $\varphi_N - \varphi_\alpha$ entre Nova Coronæ Borealis et α Coronæ Borealis. Pour cela, nous avons représenté $\log(I_N/I_\alpha)$ en fonction de $1/\lambda$ (I_N et I_α sont les intensités spectrales relatives aux deux étoiles). Nous obtenons ainsi une droite dont la pente est $\varphi_N - \varphi_\alpha$.

Le tableau suivant indique la valeur φ_N pour T Coronæ Borealis obtenue en prenant pour φ_α la valeur 1,07 déterminée par Barbier et Chalonge [1] entre 4500 et 3600 Å.

---

[1] Séance du 17 juillet 1946.

[2] *Annales d'Astrophysique*, 7, 1944, p. 80.

	φ_N.	T° K.
12 février 1946	1,72	8300
13 »	1,91	7500
14 »	2,21	6500
15 »	2,25	6400
16 »	2,26	6300

Les gradients précédents ont été déterminés dans tout l'intervalle 4000-6500 Å. Toutefois les mesures se groupent mieux autour de deux droites pratiquement parallèles séparées par une petite discontinuité vers 4700 Å. L'intensité augmente d'environ 30 % lorsqu'on passe, à 4700 Å, des grandes longueurs d'onde aux petites. Cet effet est peut-être dû à l'existence des raies d'émission plus nombreuses dans la région des petites longueurs d'onde. Les températures de couleur données par les deux droites sont systématiquement inférieures à celles du tableau; elles varient de 6500 à 5000° pendant cette période.

En tous cas, on constate, du 12 au 16 février, une diminution importante de la température de couleur. Le refroidissement d'un corps noir de 8300 à 6300° correspond à une diminution d'éclat de 1,1 magnitude (pour 5300 Å), ce qui est de l'ordre de grandeur des variations observées.

Les clichés obtenus avec le spectrographe à quatre prismes d'uviol monté sur le télescope de 80^{cm} d'ouverture confirment les températures précédentes (intervalle 3800 à 4400 Å) :

	φ_N.	T° K.
14 février 1946	2,31	6200
15 »	2,70	5300

Ces mêmes clichés montrent une très forte discontinuité de Balmer : $D = -0,8$. Le fond continu est donc 6 fois plus intense au delà de la limite de la série de Balmer qu'en deçà. Il ne semble pas qu'on ait observé ce phénomène dans d'autres novæ, mais il est bien connu dans certaines étoiles à raies brillantes. Toutefois la plus forte émission du spectre continu de l'hydrogène observée jusqu'ici correspondait seulement à $D = -0,3$ [γ Cassiopeæ, à son maximum d'émission, d'après Barbier et Chalonge ([3])].

La température de couleur au delà de la limite de la série de Balmer est voisine de 6000°, le 15 février.

Un cliché pris le 16 juin, après que l'éclat de l'étoile a de nouveau augmenté, donne entre 4000 et 6500 Å une répartition spectrale du fond continu bien représentée par celle d'un corps noir à 4700° K. La discontinuité signalée plus haut, vers 4700 Å, n'existe plus.

([3]) *Annales d'Astrophysique*, 4, 1941, p. 30.

MAGNÉTISME. — *Une nouvelle théorie générale du champ coercitif.* Note [1] de M. **Louis Néel**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré [2] que la théorie classique du champ coercitif, basée sur les variations locales de la tension superficielle de paroi, ne pouvait donner que des valeurs bien inférieures aux valeurs expérimentales. Il semble qu'on puisse trouver un autre mécanisme, plus satisfaisant, donnant l'ordre de grandeur convenable, dans la voie suivante.

Soit d'abord un domaine élémentaire à l'intérieur d'un cristal idéal, non perturbé : l'aimantation y est uniforme. Imaginons maintenant qu'à l'intérieur de ce même domaine existent des inégalités de tension : elles auront en particulier pour effet de *dévier* localement l'aimantation spontanée de sa direction primitive, d'une façon différente d'un point à l'autre. L'aimantation spontanée ne reste plus uniforme. En l'absence d'interactions magnétiques, l'aimantation $\vec{\mathcal{J}}$ en chaque point s'orienterait suivant la direction correspondant à l'énergie magnétoélastique minimum, mais, comme la divergence du vecteur aimantation n'est pas nulle, des champs magnétiques internes dont la création demande de l'énergie apparaissent. On peut considérer ces champs comme créés par une densité cubique ρ de magnétisme, donnée par $\rho = -\operatorname{div}\vec{\mathcal{J}}$. Un état d'équilibre s'établit alors caractérisé par une certaine valeur de ρ en chaque point : naturellement la valeur normale moyenne de ρ est nulle et l'aimantation conserve la même direction moyenne que dans la substance non perturbée.

Un phénomène du même genre se produit si l'aimantation spontanée varie, non plus en direction, mais en grandeur d'un point à l'autre : comme cela pourra être produit par la présence de cavités, ou d'inclusions non magnétiques ou moins magnétiques que la phase principale, ou encore comme dans une solution solide non homogène. Là aussi, ρ variera irrégulièrement d'un point à l'autre.

Si l'on retourne bout pour bout l'aimantation moyenne $\mathcal{J}_s$ du domaine, ρ conserve en chaque point la même valeur absolue, mais change de signe. Supposons alors qu'une paroi, séparant deux phases aimantées antiparallèlement, traverse le domaine. Avant le passage de la paroi, ρ est, par exemple, positif dans une certaine région R. Si la paroi coupe R en deux, nous aurons, dans une moitié ρ positif, dans l'autre ρ négatif. Des charges de signe contraire vont se trouver rapprochées, l'énergie libre va diminuer. Nous sommes donc

---

(1) Séance du 8 juillet 1946.

(2) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 141.

en présence d'un mécanisme susceptible de faire varier l'énergie libre du système en fonction de la position de la paroi, indépendamment de toute énergie superficielle de paroi. Il s'agit d'un effet de volume et non de surface.

Nous avons traité ce problème par des méthodes analogues à celles qui ont été exposées antérieurement ([2]) ([3]) et nous avons obtenu les résultats suivants, après des calculs pénibles qui seront développés dans un autre Recueil.

1° Soit, par exemple, une substance cubique dans laquelle une fraction v du volume est perturbée par des *tensions internes* σ_i, d'orientation variable. Posons $C=(3/2)\lambda\sigma_i$ (λ, magnétostriction à saturation). On obtient, suivant les valeurs de C, par rapport à la constante K caractérisant l'énergie magnétocristalline, les formules approximatives suivantes donnant le champ coercitif H_c

$$H_c=\frac{4vC^2}{15\pi K\mathcal{J}_s}\left(1,386+\frac{1}{2}\log\frac{2\pi\mathcal{J}_s^2}{K}\right)\qquad (C\ll K),\tag{1}$$

$$H_c=\frac{0,69vC}{\mathcal{J}_s}\left(1,386+\frac{1}{2}\log\frac{6,8\mathcal{J}_s^2}{C}\right)\qquad (C\gg K).\tag{2}$$

2° Soit une substance cubique, magnétique, dans laquelle une fraction v' du volume est occupée par des *inclusions* non magnétiques. Une valeur approximative du champ coercitif H'_c est donnée par

$$H'_c=\frac{2Kv'}{\pi\mathcal{J}_s}\left(0,386+\frac{1}{2}\log\frac{2\pi\mathcal{J}_s^2}{K}\right).\tag{3}$$

Dans ces deux cas, on a supposé essentiellement que l'échelle des perturbations était petite devant les dimensions des domaines élémentaires, tout en restant plus grande que l'épaisseur du paroi.

L'ordre de grandeur des champs coercitifs fournis par les formules (1), (2) et (3) est bien celui des valeurs expérimentales. Dans le nickel et les alliages voisins, c'est l'effet des tensions qui est prépondérant tandis que, pour le fer et les alliages voisins, c'est l'effet des cavités qui l'emporte. En particulier, la formule (3) convient particulièrement bien pour interpréter toute une série de résultats expérimentaux rassemblés par Kersten ([4]); elle est bien supérieure à une autre formule, un peu différente, obtenue par l'auteur ([5]), après une théorie beaucoup plus grossière de l'influence des cavités sur le champ coercitif.

([3]) *Comptes rendus*, 220, 1945, pp. 738 et 814.

([4]) *Grundlagen einer Theorie der ferromagnetischen Hysterese und der Koerzitivkraft*, Leipzig, 1943.

([5]) *Cahiers de Physique*, 25, 1944, p. 21.

ÉLECTROCHIMIE. — *Conductibilité de l'ammoniac en solution dans les alcools absolus*. Note (¹) de M. **Léon Olmer** et Mlle **Suzanne Hatem**, présentée par M. Paul Pascal.

Mlle G. Gallin a montré que la solution aqueuse d'ammoniac présente des anomalies dans sa conductibilité électrique (²); nous avons cherché s'il n'y avait pas de phénomènes analogues dans les solutions étendues d'ammoniac dans les alcools absolus.

Nous avons mesuré la conductibilité χ dans l'éthanol, de $-10°$ à $+40°$, avec des teneurs en ammoniac de 2 mol. à 0,1 mol. au litre. Les courbes sont très régulières à chaque température, et la conductivité croît avec la teneur en ammoniac. A l'aide de ces résultats, nous avons calculé la conductivité moléculaire $\Lambda = \chi/n$, en nombre de molécules au centimètre cube. Nous avons obtenu la famille de courbes de la figure 1. La conductivité moléculaire présente

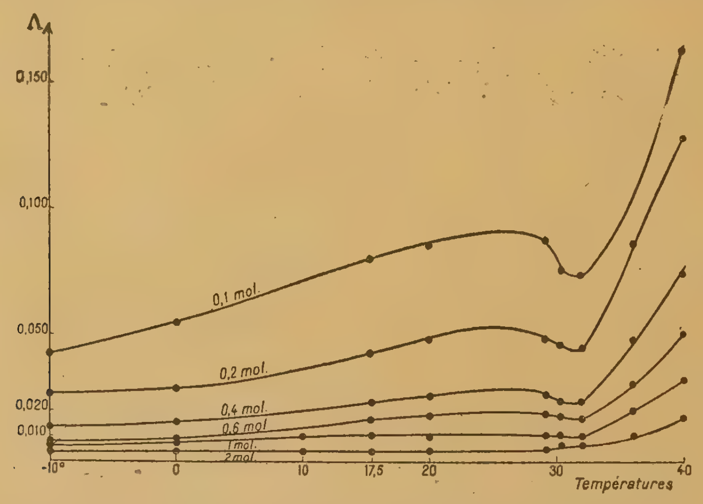


Fig. 1. — Variation de la conductivité moléculaire avec la température. (Concentrations en molécules au litre.) Alcool éthylique.

vers 32° un minimum, d'autant plus accentué que la concentration est plus faible.

Nous avons repris la question avec le méthanol absolu, de 0° à 40°, et nous avons pu pousser les dilutions jusqu'à 0,02 mol. au litre, et nous avons calculé les conductivités moléculaires Λ.

La famille de courbes obtenues ne peut plus être représentée à la même échelle, car aux faibles concentrations, les courbes s'éloignent trop les unes des autres. En prenant des ordonnées 10 fois plus faibles, les courbes présentent

(¹) Séance du 8 juillet 1946.

(²) *Thèse de Doctorat*, Paris, 12 juin 1944.

entre 0° et 40° deux minima, d'autant plus accentués que les concentrations sont plus faibles, l'un entre 32° et 36°, l'autre vers 15°. Ces minima se déplacent légèrement vers les températures croissantes quand la concentration

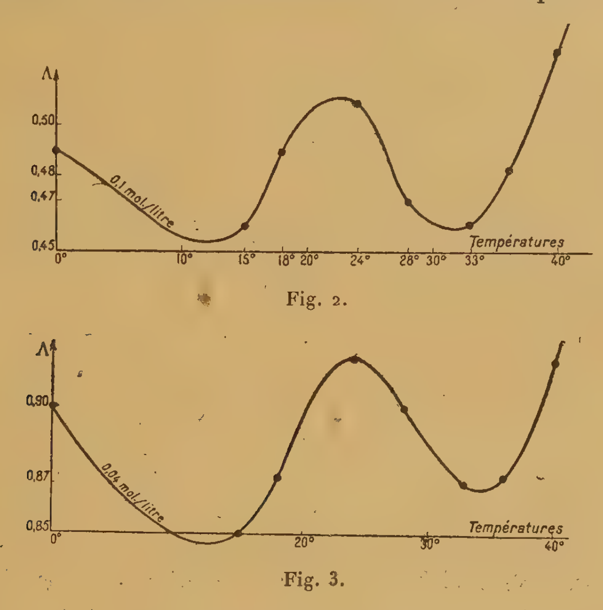


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 2 et 3. — Variations de la conductivité moléculaire avec la température.
Alcool méthylique.

diminue. Les figures 2, 3 et 4 donnent les courbes de 0,1 ; 0,04 et 0,02 mol. au litre à la même échelle que la figure 1.

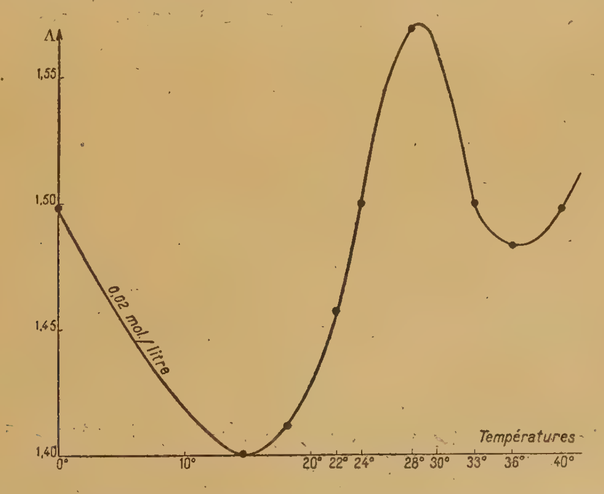


Fig. 4. — Variations de la conductivité moléculaire avec la température.
Alcool méthylique.

Nous nous proposons d'étudier les solutions dans d'autres alcools et de donner un essai d'explication de ces anomalies.

EFFET RAMAN. — *Mesures de certaines chaleurs de réaction par spectrographie Raman quantitative.* Note de M. **Philippe Traynard**, présentée par M. Jean Cabannes.

La spectrographie Raman quantitative permet de comparer la richesse relative de deux mélanges en un constituant déterminé à condition, bien entendu, que ce constituant possède une raie au moins qui permette de le distinguer de l'ensemble.

Supposons que nous ayons, à l'intérieur d'un liquide, un équilibre entre deux formes moléculaires tautomères

$$A \rightleftharpoons B + Q \text{ cal.}$$

une variation de température déplacera l'équilibre et l'on verra augmenter ou diminuer telle raie caractéristique de l'un des constituants. On pourra calculer, connaissant la proportion a de l'un des constituants, A par exemple, à une température donnée, la proportion à une autre température et le coefficient de température da/dt correspondant.

La formule $(d/dt) \operatorname{Log} k = -JQ/RT^2$ donnera la chaleur de réaction Q.

J'ai appliqué cette méthode à l'étude de l'équilibre cétoénolique de l'acétylacétate d'éthyle, en examinant le comportement des deux raies 1625 et 1715 qui trahissent la présence de la double liaison et de la fonction cétone.

Le dosage de la fonction énol au brome suivant Ness et Mac Elvain [1] ne peut se faire qu'à basse température car le brome est un catalyseur de l'équilibre. Un dosage spectrographique à 115° permet d'avoir la quantité de molécules énol présentes à cette température.

Température	15°	115°
Molécules d'énol présentes	7	3

En supposant la réaction monomoléculaire :

$$\frac{d}{dt}\log k = \frac{-100}{(100-a)a}\,\frac{da}{dt},$$

l'application de la formule précédente donnera $Q = 1880$ cal/mol.

Une autre application de cette méthode peut se faire dans l'étude de l'acide acétique et de ses solutions aqueuses où, comme je l'ai montré [2] :

la raie 1660 caractérise la molécule dimère;
1737 » monomère;
1712 » associée à l'eau.

---

(1) *J. Am. Chem. Soc.*, 1938, p. 2213.
(2) *Bull. Soc. Chim.*, 1946, (sous presse).

Les spectres de l'acide pur, faits à deux températures différentes, permettent de suivre la dépolymérisation de la molécule et de calculer sa chaleur de polymérisation $Q = 11\,550$ cal/mol.

Le spectre de l'acide contenant 5 % d'eau montre que la température est sans action sur l'équilibre, ce qui explique la faible chaleur de dilution observée.

L'explication peut se trouver dans le schéma réactionnel suivant :

$$\begin{array}{ccccc} (CH_3CO_2H)_2 & + & (H_2O)_2 & & \\ \downarrow & & \downarrow & & \\ 2\,CH_3CO_2H & + & 2\,H_2O & \rightarrow & 2\,CH_3CO_2H,\ H_2O + 2\,Q'' \\ + & & + & & \\ Q & & Q' & & \end{array}$$

La chaleur de dilution, sensiblement nulle, est égale à la somme de toutes ces chaleurs

$$2Q'' + Q + Q' = 0.$$

Q' est égal à 8000 cal. environ, donc

$$Q'' = \frac{11\,550 + 8000}{2} = \frac{19\,550}{2} = 9770.$$

L'association (acide, eau) se faisant par pont hydrogène, la valeur de 9800 cal. est parfaitement acceptable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une théorie de l'hydrolyse des sels minéraux.* Note (¹) de M. **Henri Guiter**, présentée par M. Paul Pascal.

Dans une Note précédente, nous avons donnée une théorie, contrôlée par l'expérience, de l'hydrolyse des sels minéraux, et applicable particulièrement aux sels d'une base faible.

Nous nous étions limités à l'examen des ions monovalents. La présente Note étend nos résultats aux ions polyvalents.

Hydrolyse d'un sel d'anion monovalent et de cation divalent. — La réaction générale devient, avec les notations déjà indiquées,

$$xA^- + \frac{x+y}{2}M^{++} + yH_2O \rightleftharpoons A_x(MOH)_yM_{\left(\frac{x-y}{2}\right)} + yH^+$$

avec $x \geq y$

1° Le produit d'hydrolyse est ionisé en x anions A^- et un cation complexe;

$$\left(\frac{x+y}{2}\right)M^{++} + yH_2O \rightleftharpoons (MOH)_yM^{x+}_{\frac{x-y}{2}} + yH.$$

(¹) Séance du 17 juin 1946.

Nous avons toujours observé, dans ce cas, que $x=y$, d'où

$$yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons (MOH^+)_y+yH^+$$
$$\Delta pH=\Delta pM_{\frac{y}{y+1}}$$

$y=1$, $\Delta pH=0,15$; $y=2$, $\Delta pH=0,2$; $y=3$, $\Delta pH=0,225$; etc.

2° Le produit d'hydrolyse n'est pas ionisé. Expérimentalement, nous n'avons encore rencontré que $x=y$, d'où

$$yA^-+yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons (AMOH)_y+yH$$
$$\Delta pH=\Delta pM_{\frac{2y}{y+1}}.$$

Pour $y=1$, $\Delta pH=0,3$; $y=2$, $\Delta pH=0,4$; $y=3$, $\Delta pH=0,45$; etc.

3° Le produit d'hydrolyse est ionisé en $(x-y)/2$ cations M^{++} et un anion complexe

$$xA^-+yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons A_x(MOH)_y^{(x-y)-}+yH^+ \qquad (x>y),$$
$$\Delta pH=\Delta pM_{\frac{x+y}{y+1}}.$$

Pour $y=1$, $x=2$, $\Delta pH=0,45$; $y=1$, $x=3$, $\Delta pH=0,6$; $y=1$, $x=4$, $\Delta pH=0,75$, etc.; $y=2$, $x=3$, $\Delta pH=0,5$; $y=2$, $x=4$, $\Delta pH=0,6$, etc.

Hydrolyse d'un sel d'anion divalent et de cation divalent

$$\frac{x}{2}A^{--}+\frac{(x+y)}{2}M^{++}+yH_2O \rightleftharpoons A_{\frac{x}{2}}(MOH)_yM_{\frac{x-y}{2}}+yH^+ \qquad (x\geqq y).$$

1° Formation d'un complexe $x=y$

$$yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons (MOH)_y^+ +yH^+).$$

Résultats identiques à ceux du paragraphe précédent.

2° Formation d'une molécule neutre $x=y$

$$\frac{y}{2}A^{--}+yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons A_{\frac{y}{2}}(MOH)_y+yH^+,$$
$$\Delta pH=\Delta pM_{\frac{3y}{2y+2}}.$$

Pour $y=2$, $\Delta pH=0,3$; $y=4$, $\Delta pH=0,36$; $y=6$, $\Delta pH=0,38$, etc.

3° Formation d'un anion complexe

$$\frac{x}{2}A^{--}+yM^{++}+yH_2O \rightleftharpoons A_{\frac{x}{2}}(MOH)_y^{(x-y)-}+yH^+ \qquad (x>y),$$
$$\Delta pH=\Delta pM_{\frac{x+2y}{2y+2}}.$$

Pour $y=2$, $x=4$, $\Delta pH=0,4$; $y=2$, $x=6$, $\Delta pH=0,5$; $y=2$, $x=8$, $\Delta pH=0,6$, etc.

Pour $y=4$, $x=6$, $\Delta pH=0,42$; $y=4$, $x=8$, $\Delta pH=0,48$, etc.

Cette théorie nous a permis de rendre compte de l'hydrolyse des nitrates d'argent, de plomb mercureux, d'uranyle, de zinc, du chlorure de zinc, du sulfate de zinc, dont les résultats expérimentaux détaillés font l'objet de Mémoires au *Bulletin de la Société Chimique*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux aspects de la réaction de Bouveault et Blanc.* Note de MM. **Paul Anglaret** et **Léon Palfray**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'emploi de sodium en milieu alcoolique permit à Bouveault et Blanc de réaliser la réduction, jusqu'alors réputée à peu près impossible, de la fonction ester en fonction alcool (1). Le rendement, initialement médiocre (50 %) fut peu à peu amélioré, d'abord par emploi d'alcools plus lourds, ensuite par utilisation de sodium dispersé dans un milieu inerte (2). Ceci permit également de diminuer l'importante dépense en alcool et en sodium. Toutefois, le rendement n'est jamais quantitatif, et il reste toujours inférieur à 80 % si l'alcool est utilisé comme milieu (3).

Nous nous proposons de rechercher la cause de ces insuffisances et d'étudier les divers facteurs capables de les influencer.

Analyse des produits de la réaction. — La réaction terminée, si l'on traite le produit à l'eau acidulée, on retrouve presque uniquement, outre l'alcool cherché, une quantité notable de l'acide de l'ester. Diverses expériences nous ont conduit à penser que l'ester non réduit devait se trouver bloqué sous forme d'un composé apte à libérer cet acide par traitement à l'eau.

Analyse expérimentale de la réaction. — En vue de vérifier cette hypothèse, nous avons entrepris une étude systématique de la réaction en ajoutant peu à peu le sodium au mélange alcool-ester avec ou sans addition supplémentaire de corps dits adjuvants tels que CO_2, NH_4Cl, $B(OR)_3$, capables de détruire l'alcoolate développé dans le milieu et ne donnant pas de réaction avec les autres corps présents dans le mélange.

Nous avons exprimé les résultats sous forme de courbes, groupées par familles à l'intérieur desquelles un seul facteur varie, donnant le rendement (ρ %) en fonction de la quantité de sodium ajoutée (Na %). L'acide apparaissant fut porté sur le graphique de la même façon, 100 % d'alcool correspondant à 0 % d'acide, et *vice versa*.

Les courbes obtenues s'écartent de plus en plus de la droite théorique, parfois dès le début, parfois seulement après l'addition d'une certaine quantité de sodium. Elles tendent asymptotiquement vers la courbe représentant l'acide

(1) *Comptes rendus*, 136, 1903, p. 1676; 137, 1903, pp. 60, 328.

(2) E. I. Du Pont de Nemours et Cie, *Br. Amer.*, 2070597. B. F. 810983.

(3) E. I. Reid., *Organic Syntheses*, 15, 1935, p. 51; Mitchovitch et Stéphanovitch, *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 386.

apparu. Pour interpréter les résultats, nous devons donc considérer la limite vers laquelle tend le rendement $\rho(\max)$ et la pente de la tangente à la courbe $\rho = f(\text{Na})$. Cette pente $d\rho/d(\text{Na}) = \rho'$ est égale à la limite du rapport quantité théorique de sodium/quantité dépensée pour le point considéré.

ρ' mesure donc le coefficient d'utilisation du sodium.

Résultats de l'analyse expérimentale (Ester employé : oléate de butyle). — *Sans adjuvant*, ρ' est en général bon; $\rho(\max)$ diminue considérablement avec la vitesse d'addition du sodium. Une élévation de température augmente ρ', mais abaisse $\rho(\max)$.

Avec adjuvant, $\rho(\max)$ atteint souvent 97 %. Il est donc de beaucoup supérieur à celui du procédé classique. La vitesse d'addition n'exerce aucune influence tant qu'elle reste inférieure à une certaine valeur. Au-dessus de cette valeur, $\rho(\max)$ est diminué. ρ' a une valeur presque toujours inférieure à sa valeur correspondante dans le procédé classique. Il croît rapidement avec la température (entre 30 et 110°) et avec le poids moléculaire de l'alcool générateur d'hydrogène (alcools étudiés : méthanol, éthanol, propanol, butanol). Il diminue lorsque la concentration de l'adjuvant augmente.

Toutes choses égales d'ailleurs ρ' ne dépend que de la concentration de l'ester C, et non des produits résultant de la réaction, et l'on a $\rho' = a\text{C} + b$. Ce résultat permet d'établir l'équation de la famille de courbes obtenues lorsqu'on fait varier la concentration initiale C_i

$$\rho = 100\left(1 + \frac{b}{a\text{C}_i}\right)\left[1 - e^{-\frac{a\text{C}_i}{100}(\text{Na})}\right];$$

a et b sont deux constantes qui se déterminent facilement par la mesure des rendements obtenus avec deux quantités de sodium dont l'une est le double de l'autre.

Conclusions. — Les résultats montrent que d'une part l'alcoolate exerce une influence néfaste sur $\rho(\max)$, et que d'autre part il agit favorablement sur ρ'. Ils s'expliquent en admettant que : *a*. l'alcoolate réagit sur l'ester pour donner un composé irréductible; *b*. la réaction de réduction a lieu en 3 temps : 1° production de H naissant; 2° activation de l'ester par le sodium; 3° hydrogénation de l'ester activé. On a alors

$$\frac{\text{vitesse d'activation de l'ester}}{\text{vitesse de production de H}} = \frac{\text{quantité théorique de Na}}{\text{quantité dépensée}} = \rho'.$$

Or, toutes choses égales d'ailleurs, on peut considérer en 1re approximation que la vitesse d'activation de l'ester est proportionnelle à sa concentration, tandis que la vitesse de production de H n'en dépend pas. On retrouve ainsi que ρ' doit être proportionnel à la concentration en ester. La présence d'alcoolate ralentit la production de H, donc, n'influençant pas la vitesse d'activation de l'ester, elle augmente ρ'.

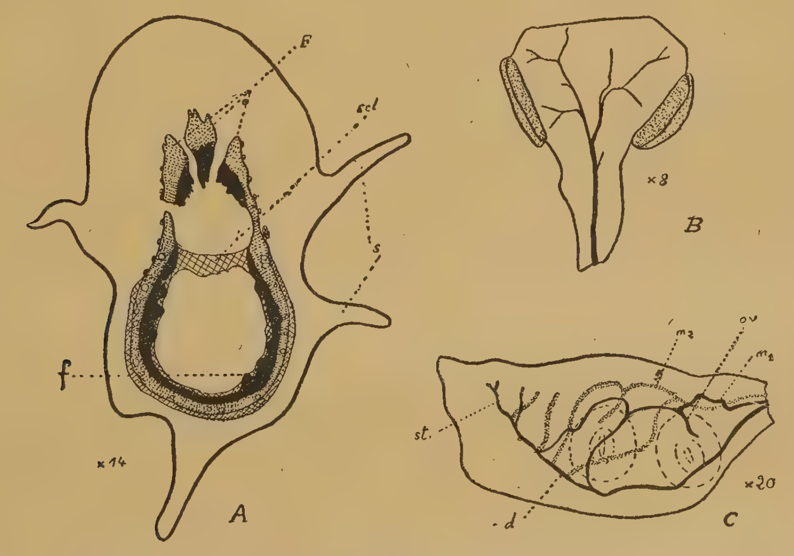
La technique de la réaction sera décrite dans une prochaine Note.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'anatomie libéroligneuse des Schizandracées.* Note (¹) de M. **Paul Ozenda**, présentée par M. Louis Blaringhem.

L'étude de la course des faisceaux dans six espèces de *Schizandra* et de *Kadsura* a donné les résultats suivants :

1° La stèle de la tige est constituée par un cylindre complet, tapissé sur ses faces interne et externe d'une couche de sclérenchyme;

2° Le pétiole présente dans sa partie inférieure et moyenne 3 faisceaux, et 5 à la base du limbe. Au niveau du nœud, les 3 faisceaux pétiolaires sont adjacents (souvent même coalescents) et leur raccord à la stèle de la tige ne donne lieu qu'à la formation d'une seule lacune foliaire, d'ailleurs généralement obturée par une plage de sclérenchyme d'origine périmédullaire, *scl*. Au-dessous du nœud, les 3 faisceaux sont de nouveau reconnaissables individuellement aux proéminences *f* que forme le bois à l'intérieur de la moelle;



A. Tige de *Schizandra Henryi* (coupe transversale au niveau d'un nœud). F, faisceaux de la feuille émergente; *f*, faisceaux des feuilles supérieures; *s*, ailes corticales subéreuses; *scl*, sclérenchyme périmédullaire.

B. Étamine de *Sch. Henryi*. — C, carpelle de *Sch. sphenanthera* (étudié par transparence). Légendes dans le texte.

3° L'anatomie et l'histologie du pédoncule floral sont identiques à celles de la tige, mais les faisceaux sont séparés. Les rapports des pièces périanthaires avec le réceptacle sont les mêmes que ceux de la feuille avec la tige; chaque pièce reçoit trois faisceaux dont les deux externes se bifurquent ensuite, comme dans le pétiole;

(¹) Séance du 17 juillet 1946.

4° Chaque étamine reçoit une trace unifasciculée, qui, chez *Schizandra Henryi*, présente une ramification grossièrement dichotome à l'intérieur d'un connectif volumineux dilaté en massue;

5° Chaque carpelle reçoit trois faisceaux dont le médian suit le bord dorsal (inférieur) de l'organe émettant une dizaine de veinules, dont les unes parcourent l'épaisseur des parois et dont les autres remontent s'anastomoser avec les faisceaux marginaux m_1 et m_2 en un plexus d'où se détachent les faisceaux ovulaires *ov.*; les deux ovules sont contenus dans la moitié basale (adaxiale) du carpelle et enfermés chacun dans une cavité indépendante. La région abaxiale du carpelle est une masse parenchymateuse partiellement pénétrée par l'extrémité ramifiée *st* de la nervure médiane.

Au cours de l'ontogénie de la fleur, la différenciation de l'appareil vasculaire dans le réceptacle précède sa différenciation dans les carpelles, et dans ces derniers la nervure médiane apparaît plus tôt que les nervures marginales.

L'étude des caractères morphologiques des Schizandracées a conduit d'abord les systématiciens à en faire une tribu des Magnoliacées, puis (en raison des différences, histologiques notamment, entre ces deux groupes) une famille distincte, mais dérivée des Magnoliacées. L'étude anatomique résumée ici souligne à la fois les affinités des deux familles et la légitimité de leur séparation. Ainsi le nœud foliaire nous a paru d'un type très uniforme à l'intérieur de chacune des trois familles : Schizandracées, Magnoliacées, Anonacées, mais le nœud des Schizandracées est l'homologue de la partie centrale du nœud des deux autres familles. D'autre part la nervation du carpelle, en particulier les relations des ovules à la fois avec les nervures marginales et avec la nervure médiane, se rapproche de la disposition observée par nous chez les Magnolias ([2]), puis par I. W. Bailey et C. G. Nast chez les Winteracées ([3]), et contribue ainsi à renforcer l'unité de l'ensemble des Magnoliales, tout en apportant peut-être un élément nouveau dans la question si controversée de la valeur morphologique du carpelle. Les Schizandracées paraissent également reliées aux deux genres *Illicium* et *Euptelea* par tout un ensemble de caractères communs (histologie du bois, anatomie du nœud, nombre chromosomique).

R. Lemesle ([4]) a récemment assigné aux Schizandracées une position plus primitive que celle des Magnoliacées, en raison de leur périanthe plus nettement acyclique et surtout de la structure archaïque d'une partie de leurs éléments ligneux. Notre étude confirme l'existence de caractères primitifs chez les Schizandracées : disposition spiralée des insertions vasculaires du périanthe, étamine à connectif dilaté et à nervure très divisée. Mais le raccord foliaire uni-

---

([2]) *Dipl. étude sup.*, Paris, 1942 (Mémoire polycopié); voir aussi *Comptes rendus*, **217**, 1943, p. 31.

([3]) *Journ. of Arnold Arbor.*, 24, 1943, pp. 472-481.

([4]) *Comptes rendus*, **221**, 1945, p. 113.

lacunaire, la trace staminale unifasciculée (alors que nous l'avons toujours trouvée trifasciculée chez les Magnoliacées, sauf le genre *Michelia*), la dioecie des fleurs, le port lianoïde, le nombre des ovules réduit à deux, apparaissent comme des indices d'un degré d'évolution plus poussé que celui des Magnoliacées.

MORPHOLOGIE ANIMALE. — *Le système nerveux caudal des larves d'Amphibiens anoures. Topographie et architecture de soutien de la moelle.* Note de M. **Dimitri Bogoraze**, transmise par M. Paul Wintrebert.

Cl. Sala (1892) et Athias (1897) ont examiné la constitution histologique de la moelle du tronc chez les têtards d'Anoures. Wintrebert (1904) a étudié le comportement physiologique de la moelle caudale; il a montré, par des sections expérimentales, que les centres réflexes de la queue sont rassemblés à sa base, au niveau des 10e, 11e, 12e métamères. Cette singularité physiologique m'a incité à examiner la structure de cette moelle par l'emploi des procédés histologiques courants, et grâce à diverses méthodes d'imprégnation argentique.

La moelle caudale fait suite à la moelle abdominale, volumineuse et quadrangulaire, en s'amenuisant aux dépens de la substance grise, au niveau des 9e, 10e, 11e et 12e métamères, jusqu'à devenir filiforme. Au cours de cet amincissement, la moelle, logée dans un canal rachidien triangulaire, à base chordale, perd sa position dorsale et se place près de la chorde. Sur une coupe transversale, elle apparaît aplatie dorso-ventralement; cet aspect est dû, en grande partie, à ce que les faisceaux nerveux l'abandonnent latéralement. Dans la partie distale, le canal rachidien s'arrondit et la moelle en occupe le centre. Le canal épendymaire, allongé sagittalement dans sa partie abdominale, est arrondi dans sa partie caudale. Deux régions sont à distinguer dans cette moelle caudale : une région basale, qui comprend les 10e, 11e, 12e métamères; une région caudale, en arrière du 12e métamère.

Précisons tout d'abord la structure histologique de l'appareil de soutien. Dans la moelle dorso-abdominale, nous trouvons des cellules épendymaires, dont le corps cellulaire, allongé de dedans en dehors, renferme un noyau volumineux situé à l'un des pôles. Ces cellules sont de trois types : 1° le corps de la cellule touche la cavité épendymaire, par une partie légèrement élargie; 2° le corps de la cellule est à distance de la cavité, mais l'atteint par un pédicule dont le pied étalé constitue un élément de la paroi; 3° le corps de la cellule est à distance de la cavité, sans contact avec elle. Au pôle externe, toutes ces cellules émettent un prolongement qui, après avoir traversé sans se ramifier la substance grise, forme dès sa pénétration dans la substance blanche, une arborescence importante; les rameaux de celle-ci sont revêtus de nombreuses épines et la plupart se terminent au contact de la pie-mère par une sole aplatie. Dans la

région du sillon dorsal, le corps des cellules de soutien, situé à distance de la cavité épendymaire, est relié à celle-ci par un prolongement, tandis qu'à l'autre pôle, un prolongement, non ramifié, s'appuie par une petite sole sur la partie la plus profonde du sillon. Ces cellules épendymaires du sillon dorsal sont serrées en touffe les unes contre les autres.

Dans la partie basale de la moelle caudale, les cellules épendymaires perdent leur arborescence et surtout leurs épines; leur corps cellulaire, allongé, prend part à la limitation du canal épendymaire. Celles qui sont situées dans le plan sagittal, sous l'épendyme, se prolongent par un simple filament rectiligne, tandis que les cellules latérales à l'épendyme ont un filament plus long et sinueux.

Dans la portion caudale, les cellules épendymaires ont l'aspect d'un verre à pied dont le corps évasé, légèrement étranglé à son bord, limite la cavité épendymaire, ou ne l'atteint que par un col élargi en plateau, tandis que le pied s'appuie contre la pie-mère. Le noyau de ces cellules est situé dans la partie du protoplasme la plus éloignée de l'épendyme. Toutes ces cellules et leurs prolongements ont une surface glabre. Elles présentent un cil unique dressé dans la cavité centrale. Du côté périphérique, entre leurs pieds, se glissent les fibres nerveuses qui descendent vers l'arrière, et y constituent les nerfs. Ceux-ci perforent le canal rachidien dans ses angles externes.

A sa partie terminale, la moelle est vide de ses nerfs; les cellules épendymaires épaissies, dont le noyau est central, participent toutes à la formation de la cavité épendymaire, où elles projettent un cil unique, tandis que leur pied, court, présente en dehors une sole robuste. Au contact des éléments nerveux de Rohon-Beard qui parsèment la crête dorsale de la moelle, ces cellules modifient leur aspect; leur pied, dont la base s'élargit, embrasse l'élément neural de Rohon qui apparaît ainsi nettement intra-médullaire, logé dans le sillon dorsal et protégé par le pied des cellules épendymaires.

Dans la partie proximale de la moelle caudale, on met encore en évidence des cellules dont les prolongements s'appuient par une sole élargie sur la pie-mère, mais qui ne participent jamais à la formation du canal épendymaire. Tandis que dans la moelle abdominale on voit la substance blanche nettement séparée de la substance grise, on observe, à l'intérieur même de la moelle caudale, le groupement prématuré des fibres nerveuses en nerfs et leur revêtement par une gaine de myéline. Sur les coupes, on voit aussi dans ces nerfs, appliqués étroitement sur les fibres nerveuses, un grand nombre de noyaux allongés, revêtus d'une couche de protoplasme, mince, prolongée à chaque extrémité par deux fins et très longs filaments. Ces formations appartiennent aux gaines de Schwann. Le tissu conjonctif de la moelle est très peu abondant et lui forme une enveloppe très mince. Les capillaires intra-médullaires en sont absolument démunis; et l'on ne voit aucun pied astrocytaire ni épendymaire venir à leur contact.

BIOMÉTRIE. — *Sur la croissance post-embryonnaire du Lapin domestique.* Note de Mlle **Andrée Limousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'étude de la croissance pondérale totale, en fonction du temps, conduit à subdiviser le développement post-embryonnaire du Lapin en quatre phases caractérisées par des taux de croissance successifs de plus en plus faibles :

1° une première phase infantile, se terminant une dizaine de jours après la naissance, au moment de l'ouverture des yeux et de la poussée des poils et définie par un doublement du poids en 5 ou 6 jours (accroissement journalier du logarithme du poids ou *taux de croissance* voisin de 0,05);

2° une seconde phase infantile, se terminant vers le 40e jour de la vie, au moment du sevrage complet, et au cours de laquelle le taux de croissance est en moyenne de 0,03;

3° une phase juvénile, comprise entre le sevrage complet et la puberté, dont le taux de croissance est de 0,007;

4° une phase de maturité, postérieure à la puberté, qui survient après le 3e mois, marquée par un accroissement encore plus lent.

L'étude de la croissance relative de divers organes, par la recherche des relations d'allométrie liant leur poids au poids du corps, révèle des modifications de ces relations coïncidant avec les stades critiques qui séparent les phases de la croissance globale.

Certains organes conservent le même coefficient de croissance allométrique (α) jusqu'à la puberté. Tels sont le cœur ($\alpha = 0,8$), le foie ($\alpha = 0,91$), les poumons ($\alpha = 0,55$), le cristallin ($\alpha = 0,74$), les surrénales ($\alpha = 1,42$). Le premier stade critique, séparant les deux phases infantiles, est marqué par un abaissement des coefficients allométriques de l'encéphale, des reins, du thymus, de la peau (de 1,23 à 0,34). Je n'ai pas retrouvé l'augmentation du coefficient α signalée par Robb [1] pour la thyroïde, qui coïnciderait avec le stade critique du 40e jour. D'après Robb, ce second stade critique, marqué par l'augmentation du coefficient d'allométrie des testicules, aurait la signification d'une prépuberté.

Enfin, la puberté est marquée par une augmentation du coefficient allométrique de la peau (de 0,34 à 1,33), des poumons (de 0,54 à 1,4) et par le début de la régression du thymus.

La longueur du crâne, la longueur et la hauteur de la mandibule, les longueurs des différentes régions de la colonne vertébrale, les longueurs des divers segments des membres et des ceintures, comparées à la racine cubique du poids du corps prise comme dimension linéaire de référence, paraissent avoir le même coefficient de croissance allométrique depuis la naissance

---

[1] *British Journ. Exp. Biol.*, 6, 1929, p. 293.

jusqu'à la puberté. Seules, les longueurs du carpe et du tarse cessent presque complètement d'augmenter après le premier stade critique de la croissance.

Les dimensions du crâne et de la région dorsale de la colonne vertébrale offrent une croissance sensiblement isométrique, tandis que les régions cervicale et lombo-sacrée montrent une allométrie nettement majorante. Pour les membres, l'allométrie est majorante et plus accentuée pour les membres postérieurs que pour les membres antérieurs. Les coefficients d'allométrie ont leur valeur minima dans le carpe et le tarse et décroissent en direction proximale comme en direction distale.

Les données fournies par l'analyse de la croissance globale en fonction du temps concordent donc avec celles qui concernent la croissance relative des organes pour imposer la subdivision de la période post-embryonnaire en plusieurs phases ou étapes successives. Les modifications du système des corrélations entre organes aux époques critiques sont vraisemblablement la cause des variations discontinues observées dans le taux de la croissance générale. Par exemple, la diminution du taux de croissance lors du premier stade critique, qui se situe en pleine période d'allaitement, ne peut être provoquée que par des facteurs internes.

Ces conclusions, tirées de l'étude de la croissance, concordent également avec certaines données physiologiques et biochimiques. Chez le Lapin, le stade prépubéral, par exemple, serait caractérisé par des variations brusques du métabolisme basal, de la composition chimique des muscles et de la chronaxie [2].

Le plan de croissance du Lapin semble assez différent de celui du Rat, établi par G. Teissier [3] d'après les données de Donaldson. Des modifications de la croissance allométrique, de même sens dans les deux espèces, pour le cerveau et le thymus lors du premier stade critique et pour les poumons lors de la puberté, laissent cependant présumer une homologie physiologique entre ces stades remarquables du développement.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production expérimentale d'intersexués chez les Oiseaux, par la méthode des greffes embryonnaires.* Note de M. Étienne Wolff, présentée par M. Maurice Caullery.

De nombreuses tentatives ont été faites depuis 1921 pour obtenir des intersexués par diverses méthodes de greffes chez l'embryon de Poulet. Elles sont toutes restées infructueuses. La plus récente, celle de Bradley (1941) [1], n'a pas donné de résultats caractéristiques.

---

(2) Cf. Cheymol, *Bull. Soc. Chimie biol.*, 27, 1945, p. 194.
(3) *Ann. Physiol. Phys. biol.*, 10, 1934.

(1) *Anatomic-Rec.*, 79, 1941, p. 507.

Utilisant la technique des greffes cœlomiques, j'implante, dans des embryons de 48 heures, des fragments de gonades d'embryons de 6 à 11 jours d'incubation. Ceux-ci sont insérés dans le cœlome embryonnaire par une étroite fente pratiquée dans la somatopleure. Les transplants évoluent conformément au sexe du donneur; ils ne paraissent pas influencés, au début de leur développement, par le sexe de l'hôte.

Le tractus génital de l'hôte subit au contraire des modifications, quand il est de sexe différent de celui de la gonade implantée. Des transformations ont été observées dans les gonades des hôtes mâles, porteurs d'une greffe ovarienne, et dans les conduits génitaux des hôtes femelles, porteurs d'une greffe testiculaire.

1. *Action des transplants femelles sur les hôtes mâles.* — La gonade gauche d'un hôte mâle, autopsié entre le dixième et le quinzième jour de l'incubation, est un ovotestis. Dans certains cas, le cortex est très épais, il contient de vastes nids à ovocytes en préméiose. Entre la médullaire testiculaire et le cortex, se trouve la zone lacunaire caractéristique d'un ovaire. Dans d'autres cas, le cortex est réduit à un épithélium cylindrique, parfois stérile. On observe tous les intermédiaires entre ces deux formations. Dans les cas où le cortex est le plus mince, on voit partir de la surface de la glande des cordons testiculaires qui s'ouvrent à l'extérieur ou se raccordent à l'épithélium périphérique. Ceci indique qu'après une féminisation temporaire, l'épithélium germinatif a donné naissance à une nouvelle poussée de cordons testiculaires, comme je l'ai observé chez les intersexués hormonaux après l'éclosion ([2]).

La gonade droite est un testicule de dimensions plus ou moins réduites, montrant à sa périphérie des cordons transformés en lacunes, parfois un léger cortex.

Dans les cas où les gonades sont le plus transformées, on observe la persistance du segment proximal du canal de Müller. Dans les expériences réalisées jusqu'à ce jour, les mâles transformés en intersexués par les greffes d'ovaire correspondent aux intersexués des types 0,1 et 2 que j'ai obtenus jadis par des injections d'hormones femelles cristallisées ([3]).

Il convient de remarquer que le degré de la transformation dépend, d'une part du volume du transplant, d'autre part de sa distance aux gonades de l'hôte. On observe, chez celles-ci, des réactions locales, en rapport avec la situation du greffon.

2. *Action des transplants mâles sur des hôtes femelles.* — Les greffes testiculaires n'ont pas d'influence notable sur les gonades femelles, mais ils ont une action intense sur les conduits génitaux femelles. Les canaux de Müller sont complètement supprimés, même par des transplants de très petit volume. Je

---

([2]) *C. R. Soc. Biol.*, 120, 1935, p. 903 et *Arch. Anat. Hist. et Embr.*, 23, 1936, p. 1.

([3]) ÉTIENNE WOLFF et A. GINGLINGER, *Comptes rendus*, 200, 1935, pp. 2118-2221.

n'avais jamais obtenu un tel effet avec des injections d'hormones mâles cristallisées, qui, même à des doses toxiques, n'amènent qu'une régression partielle des canaux de Müller.

Conclusions. — Par la technique des greffes embryonnaires, des intersexués homologues des *free-martin* ont été obtenus, pour la première fois, chez les Oiseaux. Comme les free-martin des Ruminants et les jumeaux parabiotiques des Batraciens, les transplantations de gonades embryonnaires à des embryons de Poulet démontrent l'existence chez l'embryon, d'hormones sexuelles qui conditionnent la différenciation des caractères sexuels primaires.

ZOOLOGIE. — *Sur les variations du cycle de développement larvaire chez les Trématodes.* Note de M. **Georges Dinulesco**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le cycle de développement des Trématodes, surtout pour les stades larvaires, présente une série d'étapes, qui, allant du miracidium jusqu'à la métacercaire, varie d'un groupe, d'un genre, ou d'une espèce à l'autre. Il y a, au cours de ce cycle, dans les hôtes intermédiaires, une multiplication néoténique des parasites.

Cette multiplication ne suit pas toujours la succession régulière des formes larvaires connues. On sait qu'il y a des groupes où certaines étapes sont supprimées. Ainsi, chez les Psilotrèmes, Lepodermatides et *Tracheophilus*, les miracidium donnent directement des rédies. Chez les *Strigéides* et *Schistosomides*, les miracidium donnent des sporocystes et ceux-ci engendrent directement des cercaires, sans donner de rédies. Ensuite, l'enkystement des cercaires a lieu, soit à l'extérieur, sur des objets immergés (*Fasciolides, Monostomides*), soit chez d'autres hôtes intermédiaires (*Opistòrchiides, Holostomides*), ou dans les mêmes hôtes (*Echinostomides*).

Les recherches que nous poursuivons pour trouver les facteurs qui déterminent cette variabilité du cycle de développement larvaire chez les Trématodes nous ont conduit à découvrir certains aspects particuliers que nous trouvons nécessaire d'exposer dans cette Note préliminaire.

Nous avons fait des recherches sur des *Echinostomides* (genre *Echinopariphium* Dietz 1909) et *Strigéides* (genre *Cotylurus* Szidat 1929).

Chez les Echinostomides, d'après K. Rasin (1923) (¹), P. Mathias (1927) (²) et G. Dinulesco (1938) (³), le cycle se poursuit de la façon suivante, l'œuf donne un miracidium; celui-ci pénètre dans un Mollusque du genre Paludine, Limnée, etc., et passe à l'état de sporocyste qui engendre des rédies; celles-ci

(¹) *Publ. Biol. Ecole Vet. Brno*, 1923.
(²) *Ann. des Sci. nat. Zool.*, 10, 1927, p. 289.
(³) *Trav. Stat. Zool. Wimereux*, 13, 1938, p. 215.

donnent ensuite des rédies-filles et des cercaires. Des coupes faites sur des Paludines (*P. vivipara L.*) parasitées par *Echinoparyphium recurvatum* v. Linstov, nous ont montré que les cercaires ne quittent pas le Mollusque et s'enkystent sur place. Il y a trois régions où se localisent les métacercaires, l'hépato-pancréas, la glande génitale et le péricarde. Tandis que la glande génitale et le péricarde offrent un séjour favorable aux métacercaires, le foie constitue, au contraire, un séjour défavorable. Dans cet organe, les métacercaires ont une longévité limitée; après 30-40 jours, surtout en hiver, elles meurent, étant soumises ensuite à un processus de résorption. Les métacercaires localisées dans la glande génitale et surtout dans le péricarde peuvent vivre beaucoup plus et ainsi passer tout l'hiver, restant infestantes au printemps suivant.

Chez les *Strigéides*, nous avons suivi les phases larvaires sur les Mollusques : *Planorbis corneus* L. et *Limnea stagnalis* L., parasitées par *Cotylurus* sp. Szidat 1928.

D'après P. Mathias (1922) ([4]) et L. Szidat (1929) ([5]), les miracidium de ces *Strigéides* pénètrent dans les Mollusques et donnent des sporocystes qui engendrent directement des cercaires. Le nombre des cercaires est tellement abondant que le foie et surtout les glandes génitales en sont bourrées; en particulier la glande génitale est presque supprimée, il en résulte une sorte de castration parasitaire. En étudiant le comportement des cercaires dans les deux organes où elles se localisent, nous avons observé que, tandis que les cercaires localisées dans la glande génitale peuvent s'échapper de l'hôte, la plus grande partie de celles qui séjournent dans le foie restent sur place et meurent quelque temps après, étant soumises à une désintégration semblable à celle subie par les métacercaires des Echinostomides chez les Paludines.

D'autre part, les cercaires déterminent une réaction tissulaire de l'hépato-pancréas. Il y a, autour des parasites, une prolifération des éléments interglandulaires qui aboutit à la formation d'un tissu néoplasique, semblable à ceux déterminés par des corps étrangers.

Les cercaires ayant pénétré dans les canalicules hépatiques produisent d'abord une nécrose de la paroi épithéliale. Il se forme ensuite, autour des cercaires, un tissu formé de cellules à granulations, sur lequel s'établissent des couches de tissu conjonctif néoformé. Il y a ainsi une véritable encapsulation des éléments parasitaires. Dans la masse néoplasique, on distingue des cellules éosinophiles, des éléments épithélioïdes et des fibroblastes.

Les cercaires incluses dans ces petits nodules néoplasiques sont désintégrées et finalement résorbées. La désintégration se fait par l'apparition de nombreux éléments cellulaires en pycnose, en cariorexie et en cariolyse et la résorption s'accomplit par l'intervention de nombreuses cellules macrophages.

([4]) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 599.

([5]) *Z. Parasitenkde*, 1, 1929.

D'après les observations citées, on voit que le cycle de développement des larves chez les Trématodes est influencé par les réactions des organes des hôtes intermédiaires. L'hépato-pancréas, l'organe choisi particulièrement par les larves, présente des réactions qui modifient ou arrêtent même leur développement. Ce sont les réactions de cet organe qui empêchent l'émigration des larves et qui souvent produisent la destruction des parasites. Ce pouvoir de défense de l'hépato-pancréas chez les Mollusques est confirmé par la formation du tissu néoplasique autour des parasites.

D'autre part, les cas cités sur la variation du cycle des Trématodes rentrent dans le cadre général des phénomènes de comportement des êtres vivants, où certaines manifestations ne sont pas toujours favorables. Ces manifestations sont conditionnées par certains agents, quelles qu'en soient les conséquences pour la vie du parasite.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur le système phosphomonoestérasique chez* Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Staphylococcus albus. Note (1) de MM. **Marcel Paget** et **Cristian Vittu**, présentée par M. Léon Binet.

Si l'on excepte les recherches d'ailleurs très incomplètes de Pett et Wynne (2) et celles très particulières de Boivin et Mesrobeanu (3), aucun travail ne semble encore avoir approfondi la nature des phosphatases bactériennes. Nous comblons partiellement cette lacune dans la présente Note qui expose les résultats de nos recherches sur le système phosphomonoestérasique chez *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus* et sur sa sensibilité à l'action du *p*-aminophénylsulfamide M/50.

Matériel et protocole expérimental. — Origine de nos souches : pus urinaire pour *Escherichia coli* et *Staphylococcus albus*; pus furonculeux pour *Staphylococcus aureus*. Cultures originelles sur bouillon à pH 7,2; repiquage sur gélose peptonée à pH 7. Matériel d'étude : culture de 18 à 24 heures; raclage minutieux de la couche microbienne; émulsion homogène dans de l'eau bidistillée à 37°. Constitution de trois séries de tubes A, B, C; chacun d'eux recevant 0,5$^{cm^3}$ d'émulsion microbienne additionnée de mélange-tampon de façon à obtenir une gamme de pH variant de 3,6 à 10, et selon la série, soit d'eau bidistillée (A), soit du substrat à base d'α- ou β-glycérophosphate de soude (B), soit d'eau bidistillée ou du substrat précédent et d'une solution d'effecteur ($NH_2 — C_6H_4 — SO_2NH_2$ ou SO_4Mg) (C). Le volume total de chaque tube était égal à 5$^{cm^3}$,5, l'eau et les solutions utilisées préalablement portées à 37°. Agitation parfaite des tubes;

(1) Séance du 17 juillet 1946.

(2) *Biochem. Journ.*, **27**, 1933, p. 1160; **28**, 1934, p. 365; **32**, 1938, p. 563.

(3) *Soc. Biol.*, **112**, 1933, p. 611.

séjour à l'étuve à 37° pendant 6 heures ([4]) avec agitation périodique. Addition de $2^{cm^3},5$ d'acide trichloracétique à 25 % ; agitation ; centrifugation. Dosage de PO_4H_3 dans 2 ou 4^{cm^3} de liquide limpide selon notre technique ([5]). Entre temps, détermination de l'extrait sec de notre suspension et, le plus rapidement possible après la préparation de l'émulsion, de l'acide phosphorique préexistant dans les corps bactériens.

Nos résultats. — *a. Chez Escherichia coli* [nombre d'essais, 31 ; PO_4H_3 préformé : moyenne 26,7 pour mille d'extrait sec (chiffres extrêmes 19,4-31,4)]. L'acide phosphorique libéré au cours de l'autolyse bactérienne (série A) augmente généralement et de façon assez marquée jusqu'à pH 6,8 ; au delà, il reste stationnaire ou s'abaisse même. L'ion Mg^{++} et le *p*-aminophénylsulfamide ne modifient pas l'allure du phénomène qui reste identique à ce qu'il est en l'absence de ces effecteurs.

L'activité phosphomonoestérasique (série B), compte tenu des résultats de la série A, est plus intense sur le β que sur l'α-glycérophosphate dans la zone des pH compris entre 3,6 et 7. Un premier optimum d'action est généralement noté à pH 3,6 (rarement à 4,8 ; 5), un deuxième maximum est ensuite observé vers pH 6-6,2. A partir de ces pH jusqu'à pH 10, chute constante et hydrolise sensiblement égale de α et β. L'action du Mg^{++} M/100 (q. Mg 2) varie selon les pH. Inhibitrice entre pH 3,6 et 5,4 (—83 à —6 %), elle est, au contraire, activatrice entre pH 5,6 et 7 (+32 à +80 %), nulle entre pH 7,8 et 9,2 et, de nouveau, légèrement activatrice entre pH 9,4 et 10 (+6 à +16 %).

Ces résultats démontrent l'existence certaine chez E. coli de la phosphatase III. En outre, le deuxième optimum d'action à pH 6-6,2 et l'action activatrice du Mg^{++} dans cette même zone de pH militeraient en faveur de l'existence de la phosphatase IV, n'était-ce l'action préférentielle sur le dérivé β que nous avons constamment trouvée. La différence d'action des enzymes sur les isomères α et β nous paraissant toutefois d'un caractère moins spécifique que celui de leur comportement vis-à-vis de l'ion Mg^{++}, *nous concluerons donc aussi à l'existence de la phosphatase* IV.

Le *p*-aminophénylsulfamide M/50 inhibe faiblement les phosphomonoestérases (—5 à —13 %) entre pH 3,6 et 5,6 ; les active légèrement jusqu'à pH 9 (+ 3 à + 27 %), puis s'avère inactif ou légèrement inhibiteur entre pH 9 et 10.

b. Chez St. aureus (21 *essais*) *et St. albus* (20 *essais*). — [PO_4H_3 préformé, 11,8 % chez le premier (extrêmes 8,9-14,6) ; 19 % chez le second (extrêmes 15,2-24,4)].

([4]) Des essais préliminaires au cours desquels nous laissions en contact substrat et enzyme pendant des temps variant de 2 à 48 heures nous ont incités à adopter 6 heures comme temps d'étude optimum.

([5]) *Ann. Biol. clin.*, 9, 1943, p. 259.

Chez l'un et l'autre, l'acide phosphorique d'origine autolytique augmente constamment en fonction du pH (de 0 à pH 3,6 jusqu'à 9,5 à pH 10). Cette libération n'est pas modifiée quantitativement par l'ion Mg^{++}, ni par le *p*-aminophénylsulfamide. L'activité phosphomonoestérasique, moins forte chez *albus* que chez *aureus*, s'exerce préférentiellement sur le dérivé α dans toute la zone des pH. Un seul optimum d'action est noté. Il se situe habituellement entre les pH 6 et 7 (exceptionnellement à pH 5,6). Au delà de cet optimum, l'hydrolise des esters α et β baisse constamment. L'action activatrice du Mg^{++} M/100 est très fortement marquée dans la zone des pH acides (jusqu'à 1400 % pour *aureus* et 800 % pour *albus*), moins accusée, pouvant même être nulle, en milieu alcalin.

Ces résultats signent la présence indubitable de la seule phosphomonoestérase IV.

Le *p*-aminophénylsulfamide M/50 est inhibiteur (— 6 à — 80 %) surtout dans la zone des pH très bas et, chez *aureus*, très légèrement activateur en milieu alcalin.

MICROBIOLOGIE. — *Capsules surrénales et inhibition de la diapédèse.* Note (¹) de M. **Albert Delaunay**, Mlle **Jacqueline Pagès** et Mme **Magdeleine Martinet**, présentée par M. Gaston Ramon.

On sait que, chez les Cobayes intoxiqués par une endotoxine bactérienne, la diapédèse est inhibée (²), et nous avons montré, dans une Communication précédente, que cette inhibition coïncide avec une très nette élévation de la résistance des vaisseaux capillaires (³). Nous avons dit, par ailleurs, que ce dernier phénomène paraît être, au moins pour une part, sous la dépendance de certains principes, différents de l'endotoxine, et qui se trouvent dans le plasma sanguin des animaux intoxiqués (⁴). Ces principes jouent-ils également un rôle dans l'inhibition de la diapédèse? Nous l'avons pensé. Aussi, nous a-t-il paru intéressant d'essayer de préciser leur nature.

Nous avons songé à incriminer, en premier lieu, les hormones cortico- et médullo-surrénales pour deux raisons principales : 1° tout d'abord parce qu'il semble bien démontré qu'au cours de l'intoxication par une endotoxine, il y a libération importante d'adrénaline (⁵); 2° parce que tous les travaux anglo-saxons parus au cours de ces dernières années s'accordent pour reconnaître à certaines hormones cortico-surrénales une influence très nette sur le tonus des capillaires. Pour mettre en évidence un rôle possible de ces différentes hormones dans la production du phénomène qui nous occupe, nous avons opéré de la façon suivante.

(¹) Séance du 17 juillet 1946.

(²) Voir en particulier *Ann. Institut Pasteur*, 71, 1945, p. 431.

(³) *C. R. Soc. Biol.* (sous presse).

(⁴) *C. R. Soc. Biol.* (sous presse).

(⁵) *Journ. of exp. Med.*, 76, 1942, p. 271.

Des Rats blancs (80^g) sont surrénalectomisés, sous anesthésie à l'éther administré par inhalation. Deux ou trois jours après l'opération, alors que les animaux semblent en bon état, ils reçoivent, en même temps que des Rats de même origine, mais non surrénalectomisés, à 10^h, 4^{cm^3} de bouillon stérile [6] (bouillon des bactériologistes) dans le péritoine, et une dose mortelle d'endotoxine typhique par voie sous-cutanée. Quelques minutes après ces injections, tous les Rats subissent une ponction péritonéale qui nous permet de déterminer le nombre et la nature des cellules présentes dans la cavité au début de l'expérience. Dans ces conditions, nous avons trouvé un nombre variable de cellules (une goutte de liquide est déposée entre lame et lamelle; on compte, selon les cas, 4 à 20 cellules par champ microscopique) et une forte majorité d'éléments mononucléés. A 12^h, tous les Rats reçoivent une seconde injection intrapéritonéale de bouillon (2^{cm^3}). A 15^h nous pratiquons une nouvelle ponction de la cavité abdominale des animaux et la cytologie du liquide recueilli est examinée dans les mêmes conditions que précédemment (nombre et nature des cellules). Voici nos résultats :

1° Les Rats normaux sont, à poids égal, beaucoup moins sensibles à l'action toxique d'une endotoxine que les Lapins, les Cobayes, et les Souris. Pour tuer, en six heures, un Rat normal pesant 80^g, il faut utiliser des doses d'endotoxine de l'ordre de plusieurs milligrammes (6 à 8^{mg}).

2° En revanche, pour tuer, avec le même produit, des Rats de même origine mais surrénalectomisés, il suffit d'employer des doses 5 ou 10 fois plus faibles. Pareil fait ne saurait surprendre cependant. On sait que les animaux privés de surrénales se montrent particulièrement sensibles à toutes espèces « d'agressions ».

3° Chez les Rats normaux, mortellement intoxiqués, l'inhibition de la diapédèse est pratiquement totale. Par champ microscopique, on ne trouve que quelques éléments cellulaires, presque tous mononucléés.

4° Chez les animaux surrénalectomisés, au contraire, nous avons pu constater qu'en dépit de leur état général extrêmement choqué, la diapédèse avait eu lieu. Par champ microscopique, on pouvait compter de nombreuses cellules (10 à 50), la plupart de ces cellules étant des polynucléaires.

Il apparaît d'après ces résultats que des principes libérés par les capsules surrénales jouent un rôle dans la production d'une inhibition de la diapédèse. Selon toute vraisemblance, ces principes sont des hormones. Nous montrerons dans des Communications ultérieures quelles hormones méritent d'être incriminées plus particulièrement et leur mode d'action probable.

La séance est levée à 15^h40^m.

A. Lx.

---

(6) Le bouillon sert, ici, de facteur chimiotactique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juin 1946 (*suite et fin*).

Streptomycin, a Substance Exhibiting Antibiotic Activity against Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria, par Albert Schatz, Elizabeth Bugie et Selman A. Waksman. Extrait de *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. Vol. 55, 1944; (Id. —) 1 fasc. 25cm, 5.

The Nature of the Antibiotic Substances produced by Aspergillus Fumigatus, par Selman A. Waksman. et Walton B. Geiger. Extrait de *Journal of Bacteriology*. Vol. 47, nº 4, 1944; (Id. —) 1 fasc. 25cm, 5.

Three Decades with Soil fungi, par Selman A. Waksman. Extrait de *Soil Science*. Vol. 58, nº 2, 1944; (Id. —) 1 fasc. 25cm, 5.

The Mechanism of the Antibiotic Action of Clavacin and Penicillic Acid, par Walton B. Geiger et Jean E. Conn. Extrait de *Journal of the American Chemical Society*. Nº 67, 1945; (Id. —) 1 fasc. 25cm, 5.

Antifungal Properties of Antibiotic Substances, par H. Christine Reilly, Albert Schatz, Selman A. Waksman. Extrait de *Journal of Bacteriology*. Vol. 49, nº 6, 1945; (Id. —) 1 fasc. 25cm.

Soil Enrichement and Developpement of Antagonistic Microorganisms, par Selman A. Waksman et Albert Schatz. Extrait de *Journal of Bacteriology*. Vol. 51, nº 3, 1945; (Id. —) 1 fasc. 25cm, 5.

The Effect of Antibiotic Substances upon Bacteriophage, par Doris Jones. Extrait de *Journal of Babteriology*. Vol. 50, nº 3, 1945; (Id. —) 1 fasc. 25cm.

A Search for Virus-Inactivating Substances among Microorganisms, par Doris Jones, F. R. Beaudette, Walton B. Geiger, Selman A. Waksman. Extrait de *Science*. Vol. 101, nº 2635, 1945. (Journal Series paper of the New Jersey Agricultural Experiment Station, départments of microbiology and Poultry Husbandry); 1 fasc., 25cm, 5.

A Review ... Streptomycin, par Selman A. Waksman et Albert Schatz. Extrait de *Journal of the American Pharmaceutical Association*, Practical Pharmacy Édition. Vol. IV, nº 11, 1945; 1 fasc. 26cm.

Il n'est pas besoin de bombe atomique ..., par Arthur Vernes. Paris, C. A. S., 1946; 1 vol. 24cm.

Los aforismos de Luz y caballero, par Rafael Garcia Barcena. La Habana, 1945; 22cm, 5.

Magnetisk Byra et Norges Sjøkartverk. Jordmagnetisk Publikasjoner, nº 1. *A Magnetic Survey of Norway*, par B. Trumpy et Rolf Kjaer. Bergen et Oslo, 1945; 1 fasc. 30cm, 5.

Det Kgl Danske Videnskabernes Selskab. *Ole Rømers Videnskabelige Liv*, par Mogens Pihl. København, I Kommission Hos Ejnar Munksgaard, 1944; 1 vol 24cm.

Id. — *Ole Rømer Som Astronom*, par Elis Strömgren. København, I Kommission Hos Ejnar Munksgaard, 1944; 1 vol 26cm, 5.

Id. — *De gamle Danske Længdeenheder* par Nils Erik Nørlund, avec un résumé en français. København, I Kommission Hos Ejnar Munksgaard, 1944; 1 vol. 29cm, 5.

Efforts tangentiels et efforts verticaux dans la tectogenèse, par Paul Fourmarier, in *Annales de la Société géologique de Belgique*, T. LXIX. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1946; 1 vol. 24cm, 5.

Principes de géologie, par Paul Fourmarier. Deuxième édition. Tomes I et II. Paris, Masson et Cie, et, Liége, H. Vaillant. Carmanne, S. A., 1944; 2 vol. 28cm.